Tema 1: Generalidades

1.1. Concepto de Zoología:

- Parte de la Biología, la ciencia que estudia a los seres vivos.
  - Dentro de esta existen 3 grandes grupos:
    - Botánica, que trata del estudio de los vegetales
    - Zoología, que trata sobre el estudio de los animales
    - Microbiología, que trata sobre el estudio de los microorganismos.
  - La Zoología es una **ciencia** que estudia **los animales en todos sus aspectos.**

1.2. Método científico (=ciencia)

- Sirve para obtener conocimiento mediante la experimentación de un hecho observado, del que se deducen datos cuantificables.
- **Observación:**
  - Se observan sucesos y se intenta explicar el porqué.
  - Se formula una hipótesis.
    - Se procede después a la experimentación:
      - Esta no debe ser dirigida, ha de ser objetiva
      - Se han de reproducir lo más fidedignamente las condiciones naturales.
    - Después de la experimentación pueden suceder 2 cosas:
      - Se reafirma la hipótesis.
      - Se rebate la hipótesis, lo que lleva a la vuelta a empezar con una nueva hipótesis.
    - De la experimentación se deducen finalmente las conclusiones, que pueden ser teorías si se trata de casos concretos, o leyes si se trata de casos universales.
    - El proceso de experimentación se ha de repetir más de una vez, para aportar seguridad.
- Para que el método científico funcione, se han de dar 3 circunstancias:
  - Honestidad del investigador
  - Cuidado a la hora de hacer las conclusiones.
  - Capacidad de observación.

1.3. Definición de animal.

- Palabra que tiene su raíz en el vocablo anima, que significa movimiento, es decir, organismos que tienen movilidad y sensibilidad.
  - Por lo tanto los animales eran los organismos heterotrofos, que no podían subsistir por su cuenta.
  - Los vegetales eran los organismos autotrofos, que podían subsistir por su cuenta.
- Con el paso del tiempo y el consiguiente avance de la ciencia, se tuvo que revisar esa clasificación.
  - Los animales eran organismos quimiorganotrofos, con movimiento y con pared celulósica.
  - Por otro lado los vegetales eran organismos fotolitotrofos, sin movilidad y con pared de celulosa.
- Pero con el paso del tiempo se descubrieron organismos que no tenían cabida en ninguno de los 2 grupos.
  - Ejemplo:
    - Organismos celulares, que en un medio sin nutrientes realizan la fotosíntesis, pero en un medio con nutrientes se transforman en depredadores.
- Además se empezó a estudiar a los hongos, que aunque no realizan la fotosíntesis, ni tienen pared celulósica, pero que tampoco son animales.
- Además existen los virus, que tampoco encajaban en la clasificación.
- Por lo tanto, procedía un cambio en los 2 reinos, propuesto por Margulis y Schwartz en 1985, cuando propusieron la existencia de 5 reinos:

  - Moneras:
    - Organismos procariotas, sin núcleo
      - Bacterias
      - Cianoficias
    - Actualmente se ha dividido en muchos más reinos.

- Protoctistas (≠ protistas)
  - Organismos pluricelulares y unicelulares que no forman tejidos.
  - Hay 3 tipos:
    - Con afinidad vegetal
    - Con afinidad animal
    - Con afinidad a los hongos
  - Hoy se ha escindido en muchos reinos.
  - Los protistas son solo organismos unicelulares.

- Hongos
  - Organismos eucariotas pluricelulares con tejidos y de alimentación saprofítica, es decir, de materia orgánica en descomposición.

- Metazoos
  - Organismos eucariotas pluricelulares, con tejidos, quimiorganótrofos, con movimiento y sin pared celulósica.

- Metafitas
  - Organismos eucariotas pluricelulares, con tejidos, fotolitotrofos, sin movimiento y con presencia de pared celulósica.

- Los tres últimos son pues organismos eucariotas pluricelulares con formación de tejidos.
- Un **tejido** es un conjunto de células iguales entre sí, y diferenciables del resto del organismo morfológicamente. Son células altamente especializadas que no pueden realizar todas las funciones celulares.

- Los animales poseen 10 características distintivas:

1. **PRESENTAN UN MÍNIMO DE 2 TIPOS DE CÉLULAS: GERMINALES Y SOMÁTICAS**
2. **EN EL DESARROLLO EMBRIONARIO LOS ANIMALES PASAN POR EL ESTADO DE BLÁSTULA**
3. **LOS ANIMALES SON ORGANISMOS DIPLOIDES.**
4. **SU CICLO BIOLÓGICO SUELE SER DIPLONTE, LO QUE QUIERE DECIR QUE LA DURACIÓN DE LA FASE DIPLOIDE DE LAS CÉLULAS ES MAYOR QUE LA DURACIÓN DE LA HAPLOIDE.**
5. **TIENEN UN CRECIMIENTO LIMITADO, CRECEN HASTA ALCANZAR UN PUNTO, DONDE LAS CÉLULAS EMPIEZAN A ENVEJECER.**
6. **TIENEN NORMALMENTE UN SISTEMA NERVIOSO DESARROLLADO, SIENDO LA ÚNICA EXCEPCIÓN A ESTA REGLA LAS ESPONJAS.**
7. **PRESENTAN COMO PRODUCTOS DE EXCRECIÓN COMPUESTOS NITROGENADOS.**
8. **SON INCAPACES DE FABRICAR VITAMINAS.**
9. **SON INCAPACES DE FABRICAR LOS RADICALES DE LOA AMINOÁCIDOS.**
10. **TIENEN COMO SUSTANCIA DE RESERVA EL GLUCÓGENO.**

- Los animales son el resultado de un dinamismo morfológico ocasionado por adaptaciones funcionales. Los animales poseen por lo tanto características ancestrales que indican su origen, y características mas recientes que muestran su evolución.
- En la actualidad hay más de 2 millones de especies, de los cuales más de la mitad son artrópodos (arañas,...), y sólo 50.000 son vertebrados.

1.4. Límites de la asignatura (aspectos)

- La zoología puede estudiar a los individuos de distintas formas:
    - Según un punto de vista individual o aislado.
        - Anatomía (estructura)
        - Morfología (relación entre las estructuras)
        - Fisiología (funcionamiento)
        - Etología
        - Biología (aspectos reproductores)
        - Taxonomía (clasificación)
        - Filogenia (relaciones de parentesco)
        - Sistemática (evolución)

    - Según un punto de vista subindividual.
        - Histología (tejidos)
        - Citología (células)
        - Anatomía celular (Partes de las células)
        - Bioquímica
        - Genética
        - Biología celular

    - Según un punto de vista temporal.
        - Paleozoología (fósiles)

    - Según un punto de vista espacial.
        - Faunística
        - Zoogeografía (distribución de las poblaciones)

    - Según un punto de vista de las poblaciones.
        - Ecología animal

Tema 2: Conceptos Básicos

- Anatomía – Morfología
  - La anatomía es la observación y descripción de una estructura
  - La morfología es la descripción de las estructuras interna y externamente de manera interpretativa (Relaciones entre las distintas partes y porqué).

- Simple – Complejo
  - Hace referencia al grado de complejidad estructural o funcional de un organismo: a mayor número de partes o funciones, mayor complejidad.

- Primitivo – Derivado
  - Tienen un sentido evolutivo.
  - Sirve para juzgar la aparición en un periodo más o menos reciente en el tiempo
  - Estos 2 conceptos y los 2 anteriores suelen estar relacionados, pero no siempre cuanto más primitivo más simple y viceversa.

- Superior – Inferior
  - Antes tenía un sentido evolutivo, cuando se pensaba en la evolución como un proceso lineal, pero ha perdido este uso al ser la evolución un proceso que sigue un esquema arbustivo.
  - Ahora sirve únicamente para comparar niveles de organización, para comparar taxones, o para comparar jerarquías.

- Homología – Isología – Homoplasia – Analogía

	Origen	Función	Estructura
Homología	Igual	Diferente	Igual
Isología	Igual	Igual	Igual
Homoplasia	Diferente	Igual	Igual
Analogía	Diferente	Igual	Diferente

  - Estos conceptos forman relaciones entre las especies.
  - Para estudiar la homología se ha de tener en cuenta la embriología.
  - Cuanta mayor complejidad estructural posea, mayores serán las posibilidades de que se trate de estructuras homólogas.

- Taxonomía – Sistemática
  - Los diferentes organismos se agrupan en taxones, dependiendo de las características comunes. Esta clasificación es un proceso inductivo (Particular → general)
  - La creación de taxones es en principio un proceso arbitrario.
  - La sistemática es el proceso que estudia las relaciones evolutivas de los diferentes taxones establecidos.
  - Al realizar los grupos de los seres vivos se han de tener en cuenta las relaciones de parentesco, para que al ordenarlo con la sistemática se mantenga y se pueda establecer la filogenia.

- Determinar – Clasificar
  - Determinar es identificar, y se trata de un proceso deductivo
  - No se ha de confundir con clasificar.

- Simetrías
  - Facultad de poder dividir los organismos en 2 o más partes iguales.
  - No todos los organismos son simétricos:
    - Amoeba (Protozoos sin esqueleto)
    - Algunas esponjas
  - Para realizar cortes se necesitan planos de corte:

    - Plano transversal
      - Formado por los ejes transversales y dorsoventrales
      - Delimita una parte posterior y una anterior.

    - Plano longitudinal o sagital
      - Formado por los ejes longitudinal y dorsoventral.
      - Delimita una parte izquierda y otra derecha

    - Plano frontal
      - Formado por los ejes longitudinal y transversal
      - Delimita una parte frontal y otra dorsal

  - Dependiendo de estos planos hablamos de diversos tipos de simetría:

    - Simetría radial (Varios planos que se unen en un eje (longitudinal))
      - Se distinguen por no tener parte cefálica diferenciada.
      - Eje longitudinal: zona oral → zona aboral

    - Simetría bilateral
      - Plano sagital
      - Movimiento dirigido; todos tienen parte cefálica diferenciada.

    - Simetría esférica
      - Infinitos planos de simetría → se encuentran en un punto
      - Organismos que van a la deriva.

Tema 3: Evolución animal

3.1. Breve repaso histórico del pensamiento evolutivo

- Hasta finales del s. XIX no se comenzaron a estudiar los mecanismos de cómo se originaban las especies o de su modificación con el paso del tiempo, ya que no se había presenciado nunca ninguno de los 2 sucesos. La explicación que se daba a la existencia de los animales era el **creacionismo**, teoría según la cual las especies habían sido creadas y dispuestas tal y como el hombre las veía por un poder superior. Además se tenía la convicción de que las especies eran fijas, es decir, no se producía alteración alguna, puesto que las especies que ellos observaban eran idénticas a las descritas por los griegos, y si no se había producido modificación alguna a lo largo de 2000 años, era imposible que en sólo 4000 años anteriores se hubiesen desarrollado todas las especies, ya que se creía que la tierra tan sólo tenía 6000 años. Todas estas ideas perduraron a lo largo de los siglos hasta el momento de los grandes viajes, cuando se descubrió que en otros continentes había especies desconocidas, que eran muy diferentes a las existentes en Europa, tanto estructuralmente como en su hábitat.

- Buffon creó la idea de las **especies fundadoras**, teoría según la cual, al principio un ente superior creó un grupo de especies, a partir de las cuales se desarrollaron después todas las demás especies. Esta idea se descartó debido a la creencia de que la tierra era mucho más joven de lo que en realidad es, puesto que sólo se le atribuían 6000 años, y si en los 2000 transcurridos desde los griegos no había habido modificación alguna, en los 4000 anteriores era imposible que hubiese habido tantas modificaciones.

- Poco después llegó un descubrimiento fundamental para el pensamiento evolutivo, **los fósiles**, que en un principio se pensó que eran en realidad piedras modeladas o simplemente creadas así por azar. Pero finalmente se descubrió que pertenecían a animales extintos, y que además los encontrados a mayor profundidad presentaban unas características más primitivas.

- Cuvier expuso después la **teoría del catastrofismo**, según las cuales, en otras épocas sí había habido otras especies, creadas por un ente superior, pero que estas se habían extinguido debido a desastres naturales, como el diluvio universal.

- Todas estas teorías se basaban en el hecho de que todos los fósiles encontrados eran muy diferentes de las especies de la época.

- Comenzó a desarrollarse después la **teoría del uniformitarismo,** según la cual la tierra estaba en realidad compuesta por muchas capas originadas por la erosión, lo que conllevaría que la tierra tuviese que tener de más de 6000 años.

- Lamarck propuso el primer pensamiento evolutivo, ya que fue el primero en observar que los fósiles más viejos eran más diferentes de las especies actuales que los fósiles que eran más recientes, había por lo tanto una gradación. Por lo tanto creó la teoría de **LA HERENCIA DE LOS CARACTERES ADQUIRIDOS**, según la cual, una estructura se modifica en función de su uso o desuso y esas modificaciones pasan después a la descendencia. Lamarck creía pues en una evolución dirigida.

- 1858 Darwin y Walace crean el concepto de **LA SELECCIÓN NATURAL**, que será el mecanismo que provocará las modificaciones. Estos dos investigadores, debido a sus múltiples viajes sabían que a lo largo del mundo había especies similares en algunos aspectos pero a la vez diferentes en otros. Los dos conocían también el pensamiento de Malthus, según la cual de haber vivido todos los descendientes del hombre, este ya se habría extinguido. Esto provocó que se fijaran en que en algunas especies había individuos "mejores", que tendrían mayores probabilidades de reproducirse con éxito, mientras que los peores no se reproducirían con tanto éxito como los otros, o su descendencia moriría. Esto les indujo en la creencia de que la reproducción de los mejores provocaba el cambio de toda la especie en dirección de esa mejora.

3.2. Teoría de la evolución

1. **LAS POBLACIONES TIENEN SIEMPRE UNA PROBABILIDAD MUY ALTA DE CRECER MUY RÁPIDAMENTE, PORQUE SIEMPRE HAY MÁS DESCENDENCIA QUE PROGENITORES, PERO...**

2. **TODAS LAS POBLACIONES SE MANTIENEN RELATIVAMENTE ESTABLES.**

Primera conclusión:
En cada generación van desapareciendo individuos debido a la escasa o defectuosa reproducción de los peores.

3. **NO TODOS LOS INDIVIDUOS DE UNA POBLACIÓN SON IGUALES, LOS HAY "MEJORES".**

Segunda conclusión:
Los organismos mejor adaptados tendrán más posibilidades de reproducirse; esto se conoce como selección natural.

4. **AL MENOS UNA PARTE DE LA VARIABILIDAD DE UNA POBLACIÓN U ORGANISMO SE PUEDE PASAR A LA DESCENDENCIA.**

Tercera conclusión:
Después de muchas generaciones, y debido a la diferente tasa reproductora, puede ser que se alteren las características de una determinada población; esto es la definición de evolución.

3.3. Pruebas de la evolución

- Existen diversos tipos de pruebas que demuestran que ha habido una evolución:

  - Registro Fósil:
    - Los fósiles son los restos de los restos de los animales que vivieron en tiempos pretéritos.
    - Es muy extraño encontrar la secuencia completa que muestre la evolución de una especie pretérita a otra actual, debido tanto a las dificultades existentes para la fosilización, y en encontrar dichos fósiles.
    - Por lo tanto sólo tenemos parte de la evolución de las especies, y existen saltos, pero de algunas, como por ejemplo el caballo, las conocemos con bastante exactitud.

  - Morfología comparada:
    - Los organismos están adaptados a vivir en hábitats muy diversos.
    - Estudiando la homología podemos llegar a la conclusión de que determinadas especies pueden poseer un antepasado común, del que habrán evolucionado.
    - Cuanto más cercanas son ambas especies, mayor número de similitudes habrá entre ellas.
    - También se ha de tener en cuenta el pensamiento de la convergencia evolutiva, es decir, 2 especies en el mismo medio pueden acabar presentando adaptaciones similares, pero que tienen distinto origen.
    - Estructuras vestigiales:
      - Organos que están sufriendo un proceso de reducción o desaparición, en el cual actúa la selección natural.

- Embriología:
  - Estudio de la embriología.
  - Según el alemán Häckl:
    - Los embriones presentan características comunes en muchas especies, a pesar de sus diferencias posteriores.
    - La ontogenia (desarrollo embrionario) es un breve resumen de la filogenia.
    - Para crear esta teoría se basó en la comparación de embriones.
    - Esta teoría es falsa, ya que durante el proceso embrionario se manifiestan genes que dejan de manifestarse al aproximarnos al estado final. → Todos los organismos que tienen características comunes a ese nivel tienen antepasados comunes.

3.4. Biogeografía

- Es la parte de la biología que se encarga de estudiar la distribución de animales y plantas en todo el globo.
- No tienen mucho sentido creer que un poder superior crearía especies tan dispares como las existentes en la tierra.
- Organismos que viven en zonas similares desarrollarán tácticas similares para subsistir, con lo que en una misma zona se verían obligados a competir entre ellos.
- Ejemplo:
  - Prados:
    - Europa: liebre (lagomorfo)
    - Patagonia: liebre de la Patagonia (roedor)
    - Australia: liebre canguro (marsupial)
    - Todas estas especies presentan similitudes de comportamiento y de carácter, con lo que de unirse todas en una zona se verían obligadas a competir.
  - Pinzones de las Galápagos

3.5. Selección artificial

- Selección causada por el hombre.
- Si la presión selectiva es muy fuerte, los cambios se producirán muy rápidos.
- El hombre puede por lo tanto incidir en la evolución para favorecer los caracteres más favorables para él.
- Ejemplos:
  - Voluntarios
    - Perros, gatos,...
  - Involuntarios
    - Mediante el uso de agentes químicos como el DDT se provocó que apareciesen individuos resistentes a estos agentes, que llevaban codificada esa resistencia en el ADN.
    - *Biston Betularia*: mariposas blancas y negras, durante la revolución industrial.

3.6. Mecanismos de la evolución

- Los individuos **no evolucionan.**
- Para que haya evolución ha de haber cambios, de manera que la selección natural posterior favorezca a uno u otro carácter.
- Para que una población no evolucione se han de cumplir 5 factores:
  - No mutaciones
  - Migración – Emigración
  - Población ∞
  - Emparejamiento al azar
  - Los alelos diferentes han de ser igualmente adaptables.
- Si se cumplen estos factores se llegará al equilibrio de Hardy – Weinberg.

- Mutaciones
    - Son cambios en el ADN.
    - Si no existiesen estos errores, el material genético heredado de los progenitores sería siempre el mismo.
    - Pero los errores existen en forma de mutaciones que pueden ocurrir con frecuencias de entre 1:10.000 o 1:1.000.000 genes por individuo.
    - Pero debido a los diferentes tripletes que codifican para cada aminoácido, las posibilidades de que esa mutación se exprese son menores.
    - Si no ocurre así, en la mayoría de los casos es perjudicial y el individuo muere.
    - Pero si no es perjudicial, se transmitirá a la próxima generación, y a la larga podrá provocar un cambio en la población.

- Migración – emigración
    - Las poblaciones, en especial las de los vertebrados, suelen estar fragmentadas.
    - Si no hubiese ni migración ni emigración, las poblaciones podrían sufrir diferentes presiones selectivas, y la población podría evolucionar.
    - Si existe la migración y la emigración, la variabilidad genética de cada población aumentaría.
    - El aislamiento total provocaría la diferenciación genotípica, la especialización y la diferenciación.

- Población ∞
    - Si la población es grande, las posibilidades de evolución son menores.
    - El azar puede provocar el cambio genotípico de una población, en especial si esta es pequeña.
    - También puede ocurrir que un organismo mejor adaptado no llegue a reproducirse con éxito.
    - En poblaciones pequeñas podemos encontrar 2 factores determinantes.

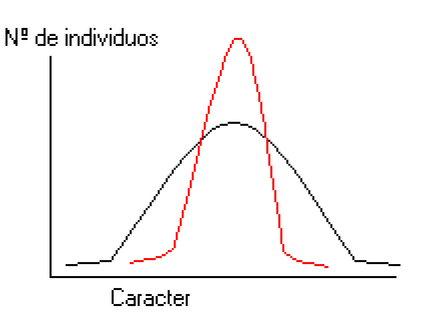
        - Deriva genética:
            - Se da en poblaciones pequeñas pero poco variadas.
            - Como consecuencia de esto tenemos individuos muy poco adaptables.
            - La deriva genética, en ambientes variables, puede provocar la desaparición de la población.

        - Efecto fundador:
            - Poblaciones pequeñas pero muy variadas.
            - Puede desembocar en un proceso de especialización.
            - Ejemplo:
                - Pinzones de las Galápagos.

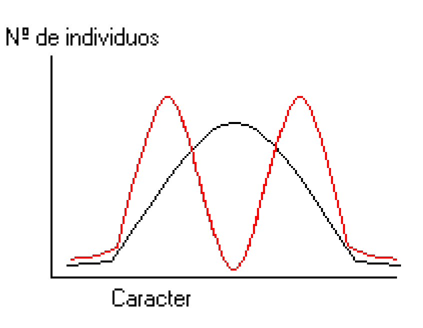
- Emparejamientos al azar
    - No se da en los animales.
    - Se empareja dentro de su mismo entorno.
    - Se siguen unos determinados patrones de selección específicos para cada especie
    - Ejemplos:
        - Colores de plumas,...

- Los alelos diferentes son igualmente adaptables.
    - Hay 3 tipos de selección por el hecho de tener alelos diferentes:

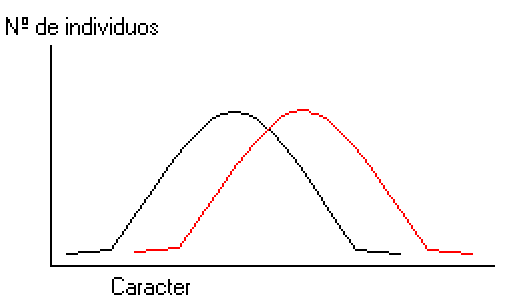
- Selección estabilizadora:
  - Se tiende a favorecer a los individuos promedio, eliminando la variabilidad de los casos extremos.
  - Se puede producir una cierta sincronía.



- Selección disruptiva:
  - Se da en casos del efecto fundador.
  - Se favorece la variabilidad y por lo tanto los casos extremos.
  - Ejemplo:
    - Pinzones de las Galápagos.



- Selección direccional:
  - Se da cuando las condiciones del ambiente varían bruscamente.
  - Esto puede provocar 2 cosas:
    - Extinción
    - Favorecer uno de los extremos más adaptados.
    - Ejemplo:
      - *Biston Betularia*



EL GRAN ÉXITO QUE PROVOCA TODO ESTO ESTÁ EN EL MODELO DE REPRODUCCIÓN SEXUAL:

- EL DESCENDENTE ES UNA MEZCLA DE LOS CARACTERES DE SUS PROGENITORES.
- DEBIDO A LA RECOMBINACIÓN GENÉTICA O CROSSING – OVER, EL CROMOSOMA RESULTANTE ES MÁS VARIABLE QUE EL ORIGINAL.
- HAY UNA DISTRIBUCIÓN ALEATORIA DEL MATERIAL GENÉTICO EN LAS CÉLULAS REPRODUCTORAS.

3.7. Cronología de aparición de los distintos grupos animales

- Los animales ya existían hace 700 millones de años.
- Hay vida en la tierra desde hace 3500 millones de años, las moneras, es decir células procariotas.
- Los primeros organismos que existieron eran anaeróbicos, y además en la atmósfera no había oxigeno.
- Los organismos fotosintéticos aparecieron poco después, dando como resultado la desaparición de lo anteriores, debido a la producción de oxigeno, cuya concentración en la atmósfera aumentó. Algunos de estos organismos eran la xianoficias.
- Las primeras células eucariotas aparecieron hace 1.500 millones de años, y eran depredadores, capaces de comer otras células. En algún momento y debido a un proceso simbiótico, se unieron a otras células, que posiblemente dieron lugar a mitocondrias y cloroplastos.
- La presencia de estos seres ayudó a aumentar la concentración de gases en la atmósfera.
- Los primeros animales ya estaban bastante evolucionados, y hoy en día se desconoce exactamente como llegaron a ese punto evolutivo, ya que no se han encontrado restos de esos primeros animales.
- Todo esto ocurrió en el precámbrico.

- **Paleozoico**
  - Hace 600 millones de años y duró sólo 350 millones.
  - Se divide en fases:

    - Cámbrico
      - Duró tan sólo 100 millones de años
      - Ya existían muchos Phylum que aún existen en la actualidad.
      - La vida sólo poblaba el agua.

    - Ordovicio:
      - Duró 75 millones de años.
      - Aparición de los primero peces mandibulados.
      - Los primeros animales y plantas pasan al medio terrestre.

    - Silúrico:
      - Duró 20 millones de años.
      - Los peces mandibulados gozaron de mayor presencia.

    - Devónico:
      - Duró 50 millones de años.
      - Es la denominada era de los peces, con lo que el medio acuático se enriquece, y ello conlleva la aparición de los primeros anfibios.

    - Carbonífero:
      - Duró 65 millones de años.
      - Es la era de los anfibios, que son la especie dominante en todo el planeta.
      - Comienzan a aparecer los reptiles.

- Pérmico:
  - Duró 50 millones de años
  - Primera extinción masiva de los organismos terrestres debido a la unión de los continentes en Pangea, lo que provoca una aridez extrema que conlleva la desaparición de casi todos los anfibios.
  - Están presentes la mitad de las familias actuales.
  - A finales de esta etapa comenzaron a proliferar los reptiles.

- **Mesozoico: La era de los reptiles**
  - Duró 165 millones de años.
  - Fue el período donde existieron los animales más grandes de toda la historia.
  - Se divide en:

    - Triásico:
      - Duró 50 millones de años.
      - Gran proliferación de los reptiles debido al efecto fundador, ya que se habían extinguido todas las demás especies de la tierra.

    - Jurásico:
      - Duró 45 millones de años.
      - Aparecen las primeras aves y los primeros dinosaurios, junto con los precursores de los mamíferos.
      - Pangea comienza a dividirse debido a la deriva continental, lo que provoca la separación en dos partes, Laurasia y Gondwana, que más adelante también se separaría.
      - Esto provoca que haya presiones selectivas diferentes en las distintas zonas, lo que provocará que las distintas poblaciones tomen distintos caminos evolutivos.

    - Cretácico:
      - Duró 75 millones de años.
      - Los dinosaurios dominan el planeta.
      - Aumento de la cantidad de aves y de futuros mamíferos.
      - Al final de esta etapa, los reptiles desaparecen de forma casi total de manera instantánea, al igual que muchos Phylum de la época y algunas especies de plantas que no consiguieron sobrevivir.
      - Desapareció en total aproximadamente el 25% de la fauna terrestre.
      - Se cree que esta segunda extinción fue debida al impacto de un gran meteorito, que al impactar con la superficie terrestre levantó un gran manto de polvo que redujo la cantidad de luz recibida del sol.
      - Además se cree que el meteorito también provocó muchos incendios, lo que provocó que la atmósfera fuese tóxica para muchas especies tanto de animales como de plantas, y por lo tanto sólo los organismos más resistentes o pequeños consiguieron sobrevivir a esta extinción.
      - Se ha llegado a esta conclusión debido a las grandes cantidades de Iridio existentes en las capas de esa época, ya que el Iridio es un mineral muy poco abundante en la tierra, pero presente en cantidades considerables en los meteoritos. Además se han encontrado grandes cantidades de carbón en dichas capas, lo que avala la teoría de los incendios.

- **Cenozoico**
  - Proliferación de los mamíferos y de las plantas con semilla debido de nuevo al efecto fundador y a la desaparición de los reptiles y de las antiguas plantas.

Tema 4: Agrupaciones animales

4.1. Repaso histórico

- El hombre siempre ha intentado clasificar a los animales.

- El primero que intentó clasificar a los animales fue Aristóteles, que se basó tanto en la estructura interna como en la externa. Los dividió en 2 grupos según el tipo de sangre:

  - Enaima, con sangre roja.
  - Anaima, todos los demás.

- Dentro de esos 2 grupos, había distintas clasificaciones según la morfología.

- Durante la Edad Media, se clasificó a los animales según sus virtudes, es decir, que los había buenos, malos, pecaminosos,...

- En el Renacimiento reaparecen las ideas de Aristóteles, y se empieza a clasificar tanto a animales como a plantas, pero usando definiciones extremadamente complejas.

- Ray en el siglo XVII utilizó el sistema de Aristóteles, para dar orden, pero basándose en diferencias morfológicas.

- En el siglo XVIII aparece la escuela de los teólogos de la naturaleza, que afirma que el hombre ha de estar fuera de toda clasificación.

- Linnée empezó a hacer clasificaciones, pero manteniéndose dentro de las ideas filosóficas.

- Lamarck afirma que la evolución de las especies viene dada por el medio en que habitan.

- En el siglo XIX Darwin afirma, que para clasificar a los animales se ha de tener en cuenta la filogenia, ya que una especie viene de otra. Se comienzan a utilizar los caracteres homólogos para clasificar a las especies.
- Darwin expone su teoría de que la selección natural siempre favorece al más adaptado.

- Se afirma que las características generales de un grupo de individuos aparecen antes que los aspectos particulares.

- Haeckel afirma que la ontogenia es un repaso de la filogenia de la especie.

- En el siglo XX se comienza a conocer a Mendel y usando los descubrimientos de este se pueden establecer relaciones fiables entre los grupos.

4.2. Jerarquía taxonómica

- Tanto Aristóteles como Ray establecen 2 grupos taxonómicos:

  - Especie:
    - Escogiendo bien los caracteres de una población se puede definir una especie.

  - Genero:
    - Conjunto de especies que se parecen entre sí.

- El segundo gran impulso lo dio Linnée con su Systema Naturae en 1758 donde fijaba el sistema binario de la nomenclatura taxonómica, es decir 2 nombres en latín. El primero de los cuales da el genero, mientras el segundo da la especie. Como por ejemplo *Apis mellifica*. El nombre ha de ser siempre en latín, en cursiva o subrayado si se escribe a mano, estando el primer nombre en mayúsculas y el segundo no.

- Además Linnée definió 2 grupos más que son clases y ordenes, que forman las clases. Más adelante se definirían también Phylum y familia.

Genérico	Abeja
Reino	Metazoos
Phylum	Artrópodos
Clase	Insectos
Orden	Hymenópteros
Familia	Apidae
Género	Apis
Especie	Mellifica
Variedad	---
Forma	---

- Estos grupos se pueden dividir actualmente en varias clases más anteponiendo los prefijos sub- y supra-, a todos menos a Phylum y reino, ya que al segundo no se le puede anteponer nada, mientras que al primero se le puede anteponer sub-.

4.3. Concepto de Phylum

- Conjunto de organismos que tienen un grado de relación que se expresa en un plano de existencia único y diferente.
- Son aquellos seres que comparten unas características similares para subsistir, es decir, comparten un mismo plano de estructuración.
- El concepto de Phylum implica una monofilia.
- Todos los organismos de un mismo Phylum comparten un antepasado común.
- Existen teorías según las cuales todos los Phylum poseerían a su vez un antepasado común, esta es la teoría de la monofilia.
- Por otro lado hay teorías que afirman que los Phylum provienen de un proceso de diferenciación, y que no tienen antepasados comunes, esto se conoce como la polifilia.
- Los primeros Phylum aparecieron en el cámbrico.

4.4. Especie

- Las primeras definiciones de especie estaban determinadas por las teorías fijistas, con sólo la relación de filiación. Con los conocimientos evolutivos existen hoy en día 3 definiciones de especie:

  - Concepto tipológico:

- Grupo de organismos que tienen en común caracteres de tipo morfológico.
- Se ha de determinar a un individuo muestra (tipo), para compararlo y saber si se está estudiando algo nuevo.
- La elección del carácter es totalmente subjetiva.

- Concepto reproductivo:
  - Considera que una especie es una población interfecunda y reproductivamente aislada con respecto a otra población de una determinada categoría.
  - Más objetiva que la anterior, presenta como inconveniente la lentitud y el hecho de que los organismos asexuales siempre se reproducen.

- Concepto evolutivo:
  - Las características que diferencias a dos especies actuales han de ser del mismo rango que las que diferenciarían a dos de sus antepasados.

- **UNA ESPECIE ES UN CONJUNTO DE ORGANISMOS INTERFECUNDOS QUE PRESENTAN SIMILITUDES ENTRE ELLOS Y CON SUS DESCENDIENTES DESDE EL PUNTO DE VISTA MORFOLÓGICO Y BIOLÓGICO.**

4.5. Especialización de los animales

- La evolución puede crear cambios en las poblaciones y crear nuevas especies.
- El fenómeno principal y primordial para que se forme una especie es la reproducción.
- Es decir, se ha de producir un aislamiento reproductor para que la selección natural actúe sobre estos individuos.
- El aislamiento reproductivo puede venir provocado por distintas causas:

  - Mecanismos prezigóticos:

    - Aislamiento geográfico:
      - Ambas poblaciones se encuentran separadas por un accidente geográfico, y como ya no hay flujo genético entre ambas, la selección natural podrá actuar de manera diferente sobre ambas, posibilitando la creación de las nuevas especies.
      - Si desaparece la barrera es posible que se restablezca el flujo genético entre ambas poblaciones, y en ese caso las poblaciones se homogeneizarán.

    - Aislamiento ecológico:
      - Se da cuando una población presenta comportamientos diferentes de subsistencia.
      - Aunque vivan en la misma zona, el contacto entre los distintos grupos será escaso y preferirán reproducirse dentro de su propio grupo.
      - Este fenómeno recibe el nombre de radiación adaptativa.
      - En casos del efecto fundador es posible que se produzca este proceso de especialización.
      - Es un proceso lento, a no ser que se le una un aislamiento geográfico.

    - Aislamiento comportamental:
      - Las especies presentan predilecciones especiales a la hora de elegir pareja.
      - Es un proceso muy lento a no ser que se le una el aislamiento geográfico.

    - Incompatibilidad mecánica:

- Se da sobre todo en insectos.
- Los órganos sexuales pueden presentar un esqueleto externo, y si este es diferente, no se podrá reproducir.
- Debido a esto también se puede llegar al proceso de especiación.

- Incompatibilidad genética:
  - Los espermatozoides pueden no llegar a fecundar nunca al óvulo, ya que pueden encontrar algún tipo de problema por el camino.
  - Interviene el azar y puede llevar al proceso de especiación.

- Mecanismos postzigóticos:

  - Inviabilidad de los híbridos:
    - En caso de darse, los descendientes pueden ser organismos que no estén precisamente bien adaptados.
    - Se da si los progenitores son muy diferentes genéticamente.
    - También se puede dar que los híbridos presenten diferencias de comportamiento a la hora de reproducirse, a pesar de poseer células sexuales.

  - Esterilidad de los híbridos:
    - Se da si 2 grupos poblacionales tienen descendencia, pero si esta no puede fabricar células reproductoras.

4.6. Escuelas de clasificación.

- Diferentes propuestas que tratan de poner orden en la jerarquización de los grupos, de manera que esta sea estable y objetiva.
- Existen 3 escuelas:

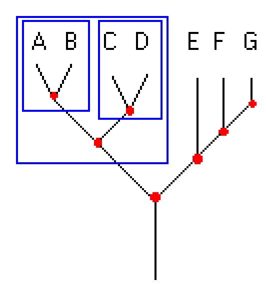
  - Evolutiva:
    - Es la más antigua y subjetiva.
    - Los caracteres que presentan diferentes poblaciones indican antecesores comunes, de manera que se puede tratar de establecer un árbol que los establezca.
    - Se ha de estudiar la homología, pero teniendo en cuenta las posibles convergencias evolutivas.
    - El investigador elige que caracteres son importantes.
    - La presencia de un solo carácter común puede ser suficiente para que la escuela establezca un nuevo taxón.

  - Fenética:
    - Se da un valor igual a todos los caracteres.
    - Se estudian los caracteres homólogos, y otros que no está demostrado que lo sean. Únicamente se ignoran las analogías.
    - Cuantos más caracteres se estudien, menor importancia tendrán los posiblemente homólogos.
    - Se pueden establecer árboles que indiquen la cercanía evolutiva.
    - Si se obtienen varios árboles, el investigador será quien decida cual es el apropiado en función de sus conocimientos.

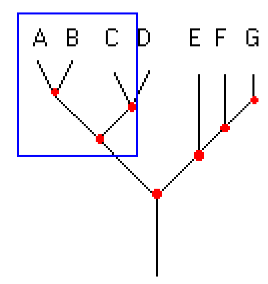
  - Cladista:

- Se estudian sólo los caracteres homólogos, y en caso de tener dudas, se estudiará el carácter para saber si es homólogo. Si a pesar de todo no se sabe con seguridad, se dejará de lado el carácter.
- Se seguirá un programa, de manera que al finalizar, se obtendrán diferentes árboles, que además indicarán un número de pasos, siendo el adecuado el que tenga menos pasos, es decir, la máxima parsimonia, ya que la evolución siempre va hacia delante.
- Si se obtienen varios árboles con igual número de pasos, el investigador deberá ir con cuidado con cual elige, o dejar ambos y esperar nuevos conocimientos.

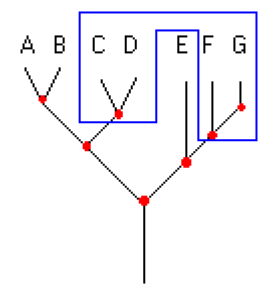
- Hay 3 posibilidades de árbol:



-Árbol monofilético
- Al hacer grupos de organismos con un antecesor común del cual se estudian todos sus descendientes.



- Árbol parafilético
- Cuando los organismos que se estudian tienen un antecesor común que no contempla todos sus descendientes.



- Árbol polifilético
- Cuando los organismos que se estudian no tienen el antecesor común más cercano posible.
- Tienen orígenes diferentes

Tema 5: Protoctistas con afinidad animal

- No son animales, como tales.

5.1. Características.

- Son organismos eucariotas que presentan ciertas particularidades celulares.
- No presentan desarrollo embrionario.
- No tienen semillas.
- No poseen esporas.
- Nunca tienen tejidos, aunque se trate de organismos pluricelulares.
- Todas las células son totipotentes, y aunque se de una especialización, eso no conllevará un cambio de la estructura celular.
- Son los antecesores de otros reinos: animal,...; pero lo son de manera independiente.
- Según su metabolismo podemos distinguir entre:

    - Protofitos:
        - Son organismos que realizan la fotosíntesis.
        - Antes se les consideraba auténticos vegetales

    - Protozoos:
        - Son organismos quimiorganotrofos, es decir se alimentan de lo que producen otros.
        - Antes eran animales de pleno derecho.

    - Pseudohongos:
        - Son organismos que presentan una afinidad con los hongos.
        - Son organismos quimiorganotrofos saprofíticos.
        - Antes eran vegetales

- Se agrupan por la característica de ser células eucariotas sin tejidos.
- Actualmente se han escindido en muchos reinos.

5.2. Características de los protozoos.

- Son organismos heterótrofos.
- Suelen ser eucariotas y unicelulares.
- Pueden vivir aisladamente o formar falsas colonias, uniéndose varios organismos, pero sin perder la totipotencia.
- También los hay que forman verdaderas colonias, lo que puede provocar una división del trabajo entre los distintos individuos, encargándose unos de la reproducción y otros no.
- Son organismos pequeños de entre 10 y 15 µm
- Se conocen más de 70.000 especies diferentes.
- Pueden ser organismos polinucleados, y en ese caso se denominan Polinérgides, ya que cada núcleo tiene un dominio denominado sinérgide, que no interacciona con otras sinérgides.
- No presentan desarrollo embrionario.
- Puede tener una estructura fija o no, pero en caso de tenerla, esta puede presentar cualquier tipo de simetría.
- Nunca forman ni tejidos y mucho menos órganos.
- La mayoría de estos organismos son aeróbicos, y no pueden resistir la ausencia de oxigeno.

5.3. Estructura de los protozoos.

- Como células presentan muchas similitudes con las animales.

- Membrana celular:
  - Es una doble membrana lipídica típica.
  - Puede dar forma al organismo.
  - En su parte externa podemos encontrar sustancias orgánicas o inorgánicas, que podrán crear el esqueleto del organismo y darle forma. Las sustancias dependerán del protozoo:
    - Flagelados: celulosa.
    - Rizópodos: quitina, silicio o carbonato cálcico.
    - Otros pueden formar expansiones hechas de espinas, espículas,...
  - En el interior de la membrana podemos encontrar varias sustancias que le dan resistencia y que se conocen como corteza.
  - Si faltan esas estructuras, el protozoo será asimétrico.

- Citoplasma.
  - El protozoo presenta 2 zonas del citoplasma diferenciadas:

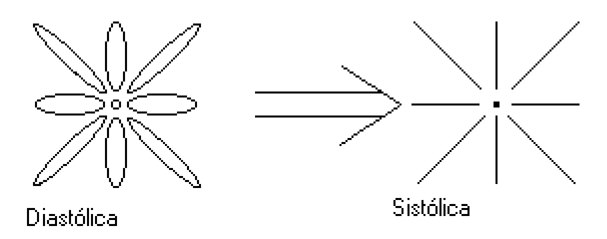
    - Ectoplasma:
      - Es un área delgada, estrecha, viscosa y elástica, que está situada en la periferia de la célula.
      - Tanto cilios como flagelos se anclan a esta zona del citoplasma.

    - Endoplasma:
      - Es una zona más transparente y líquida que la anterior, es la zona donde se mueven los orgánulos.

- Aparato de Golgi:
  - La función es idéntica a la de las células animales.
  - La diferencia radica en que los sacos no están apilados, sino dispersos.

- Vacuolas:
  - Limitadas por una única membrana.
  - Los protozoos presentan abundantes vacuolas.
  - Podemos encontrar vacuolas digestivas, de excreción o de almacenaje.
  - Como vacuolas exclusivas de estos organismos destacan las:

    - Vacuolas pulsátiles:
      - Se llenan y vacían de agua, y regulan la presión osmótica.
      - Pueden tener una o varias.
      - Las más complejas tienen sacos asociados.
      - Si hay más de una se sitúan en los extremos.
      - Siempre están presentes en los organismos que viven en agua dulce, pero nunca existen en los organismos de agua salda, porque allí no hay cambios de presión.
      - Sirven para excretar.



- Extrosomas:
  - Son vesículas que tienen muchas funciones.
  - Están dispersas por todo el citoplasma, y en muchos casos se desconoce su función.
  - En ocasiones su función es la de fijar al protozoo segregando una proteína que se solidifica.
  - Otra función es la de segregar una sustancia que paralizará la presa del protozoo.
  - Suelen estar presentes ambos tipos de extrosomas en un mismo protozoo.

- Ondulipodios:

  - Cilios y flagelos.
    - Existen diferencias entre estos cilios y flagelos y los propios de los animales.
    - Desempeñan principalmente varias funciones:
      - Desplazan al organismo.
      - Le proveen de alimentos.
      - Regulan la presión osmótica.
      - Favorecen la respiración de la célula.
      - Permiten el movimiento de las células reproductoras.

    - Cilios:
      - Son estructuras propias de los ciliados.
      - Se hallan dispuestos siguiendo unos cinturones alrededor de toda la célula.
      - Son muy numerosos y están relacionados entre sí.
      - Bajo ellos están las denominadas infraciliaduras, que están unidas a proteínas.
      - Se agrupan en cinetias.

    - Flagelos:
      - Son propios de los flagelados.
      - Puede haber varios.
      - Pueden hallarse libres, o estar unidos a la membrana, en la denominada membrana vibrátil, que sirve para facilitar el movimiento.

  - Mitocondrias:
    - Existen de 2 tipos:
      - El primer tipo es idéntico a las células normales.
      - En el segundo tipo, en el interior no se forman crestas sino que se forman tubos.

  - Núcleo:
    - Puede ser único o múltiple:
    - Si es múltiple, hay 2 opciones:
      - Binuclear o polinuclear:
        - Los núcleos polinucleares se denominan sinérgides.
        - En el caso de los binucleares hay un gran núcleo, denominado macronúcleo, y otro más pequeño, el llamado micronúcleo.
        - Tienen funciones diferentes:
          - El macronúcleo se encarga de las funciones somáticas
          - El micronúcleo se encarga de la reproducción.
    - Puede presentar muchas formas diferentes.

  - Sustancias de reserva de los protozoos:
    - Glúcidos: Paraglucógeno.
    - Proteínas: Volutinas.

5.4. Movimiento de los protozoos.

- Se puede producir por 2 causas:

  - Ondulipodios:
    - Son estructuras permanentes que permiten el movimiento.
    - Se trata tanto de cilios como de flagelos.

    - Cilios:
      - Es un movimiento metacrónico y no sincrónico.
      - Se creía que estaba producido por la infraciliadura, pero en realidad está producido por la polarización – despolarización de la membrana.

    - Flagelos :
      - El sentido de su movimiento condiciona la dirección del protozoo:
        - Longitudinal: adelante
        - Circular: atrás.
        - Lateral: girar

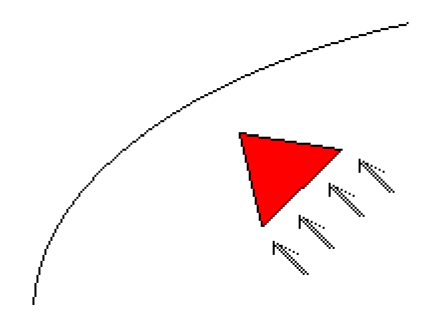
  - Pseudópodos:
    - Son estructuras temporales, puesto que se trata de deformaciones de la membrana.
    - Dependiendo de la forma distinguimos 4 tipos:

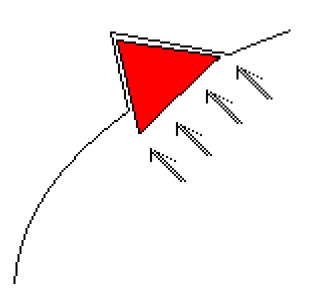
      - Lobópodos:
        - Son estructuras redondeadas, romas y grandes.
        - En la expansión entra tanto ecto- como endoplasma.

      - Filópodos:
        - Son más finos, sólo entra el ectoplasma.

      - Reticulópodos:
        - Son alargados.
        - Establecen contactos entre ellos, fusionando sus membranas.
        - Sirve tanto para desplazar el organismo como para captar alimentos.

      - Axópodos:
        - Se caracterizan por tener estructuras esqueléticas en el interior, que cuando son empujadas por las corrientes del citoplasma deforman la membrana, desplazándola.





        - Las estructuras pueden ser tanto orgánicas, microtúbulos, por ejemplo, como inórganicas, y pueden ser tanto de origen silícico como cálcico, y dependiendo de su tamaño se llamarán o bien espículas, las menores, o bien espina, las de mayor tamaño.
        - Los organismos que tienen estas estructuras son los denominados actinópodos, y usan estas estructuras para captar alimento.

5.5. Nutrición de los protozoos

- Los protozoos pueden alimentarse de dos maneras: por vía microfoga o macrofoga.

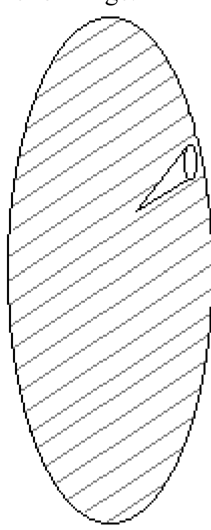
  - Microfoga:

    - Difusión:
      - Es relativamente infrecuente en los protozoos.
      - Es el paso a través de la membrana sin que ocurra deformación de esta o el protozoo deba gastar energía.
      - Sólo suelen pasar aminoácidos o algunos glúcidos

    - Pinocitosis:
      - Mediante este sistema se permite el paso de sustancias líquidas a través de la membrana.
      - No implica un gasto de energía por parte de la célula.

    - Transporte activo:
      - Mediante proteínas transportadoras se permite el paso de sustancias de un lado a otro de la membrana.
      - El sistema funciona debido al cambio de la estructura cuaternaria de la proteína.
      - Se requiere energía para realizar este transporte, que puede provenir de la hidrólisis de ATP.

  - Macrofoga:
    - Se da cuando se han de absorber o bien sustancias mayores u otros organismos.
    - Siempre se da por fagocitosis.
    - Si se diera el caso de que al protozoo le faltase alimento, se varía obligado a dar comienzo al proceso de autofagia, es decir, el protozoo empezaría a autodigerirse, y en caso de continuar las condiciones adversas, se acabaría consumiendo por completo.
    - En todos los protozoos, con excepción de los ciliados, el alimento se puede captar por cualquier lugar del organismo.
    - Los ciliados captan el alimento únicamente por el citostoma, una cavidad libre de cilios, que esta unida a la citofaringe.

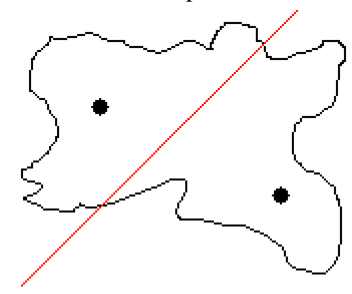


- Digestión:
  - Las sustancias que ingiere el protozoo se acumularán en una vacuola alimenticia, que, más adelante, se fusionará con los **liposomas**, los cuales liberarán los enzimas que llevan para digerir el alimento. El resultado de esta fusión es la vacuola digestiva.
  - Muchas sustancias abandonarán la vacuola libremente para ir al citoplasma, mientras que otras se acumularán en las vacuolas de reserva.
  - Por último, las sustancias que no pueden ser aprovechadas por el organismo, son excretadas mediante vacuolas excretoras por cualquier parte del organismo, en todos los protozoos menos en los ciliados, donde las sustancias de excreción pueden ser expulsadas mediante el citostoma, o bien mediante vacuolas pulsátiles.
  - Algunas sustancias podrán ser expulsadas mediante la difusión.

5.6. Reproducción:

- En los protozoos puede ser o bien asexual, o en algunos casos, sexual.

  - Asexual:
    - Se da en todos los protozoos.
    - Se trata de una mitosis similar a la mitosis de los animales normales.
    - La citocinesis será diferente en función de la posible simetría de la célula o del tipo de protozoo:
      - En caso de no haber simetría depende de la posición relativa de los núcleos, pues estos determinan por donde se separará la célula.



    - En caso de haber simetría:

      - Ciliados:
        - Primero se duplican tanto citostoma como citofaringe.
        - Se trata de una escisión transversal.

      - Flagelados:
        - Se producen las divisiones del núcleo y del flagelo.
        - Es una escisión longitudinal.

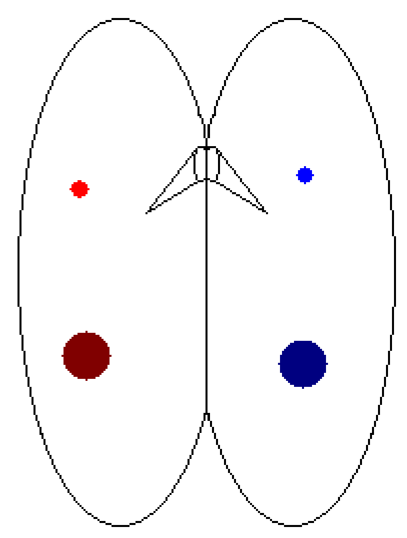
    - Gemación:
      - Se denomina así al proceso de división que culmina con la formación de 2 organismos, uno menor y otro mayor.

    - Escisión múltiple:
      - En caso de duplicarse varias veces los núcleos, o de existir ya varios, es decir, polinérgide, se fragmenta la membrana, y cada núcleo se apropia de un segmento, para que le sirva de membrana.
      - Se liberan sustancias tóxicas al medio.

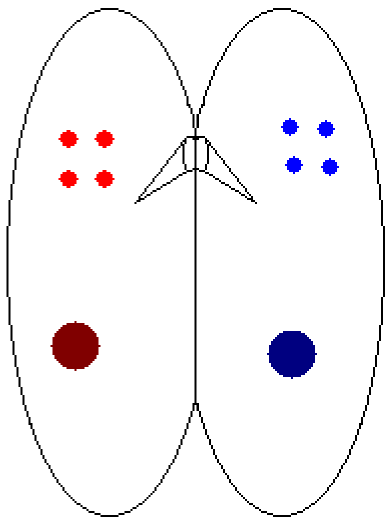
  - Sexual:
    - Se da mediante una meiosis similar a la meiosis animal.

- El resultado es la formación de gametos.
- Si son iguales se denominan isogametos, y se distinguen únicamente por + o –
- En caso de ser diferentes se les conoce como anisogametos.
- Los protozoos realizan la reproducción sexual, al llegar a una fase de empobrecimiento después de un período de mitosis consecutivas.
- No todos los protozoos realizan este proceso.

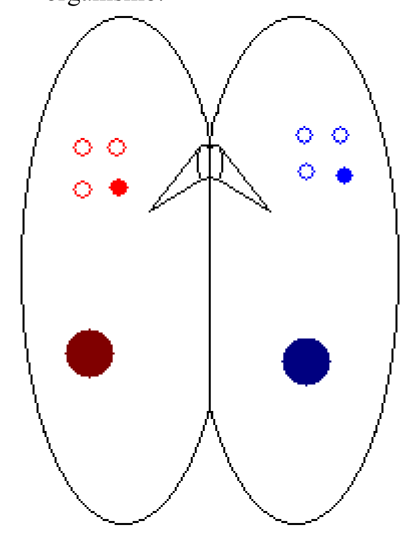
- Los ciliados realizan un proceso llamado **conjugación**:
  - Estudiaremos el *Paramecium caudatum*:
    - 2 paramecios que necesitan realizar esta reproducción se unen por el citostoma.

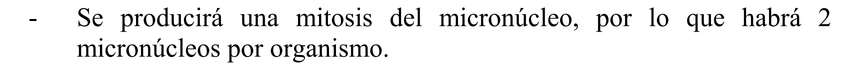


    - Se produce una meiosis, obteniendo 4 micronúcleos por protozoo, que serán haploides.

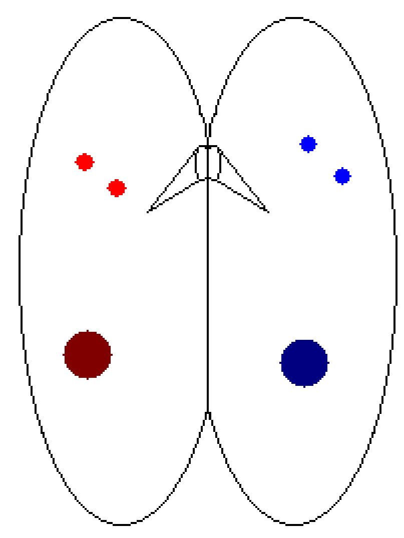


    - De los 4 micronúcleos, 3 degenerarán, quedando uno solo por organismo.

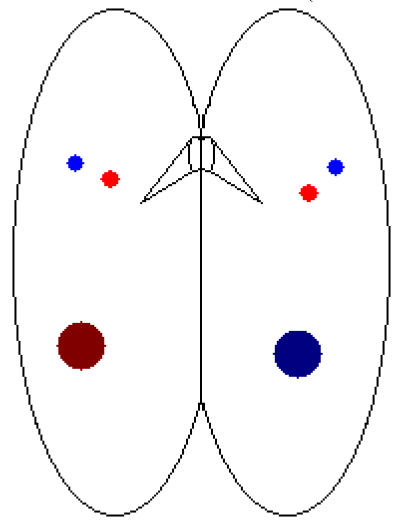




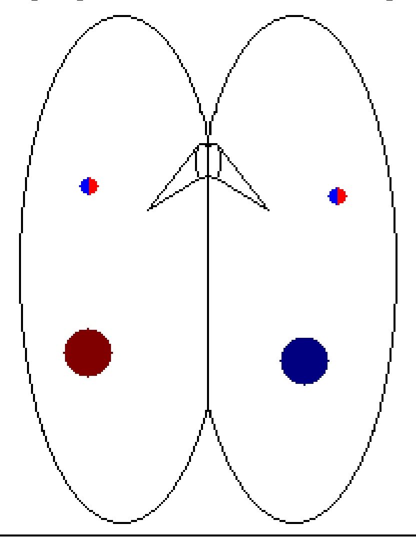
- Se producirá una mitosis del micronúcleo, por lo que habrá 2 micronúcleos por organismo.



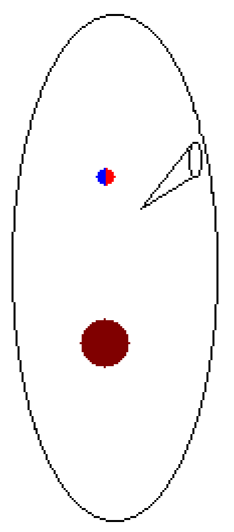
- Se produce un intercambio de micronúcleos a través del citostoma:
    - 1 micronúcleo se queda (micronúcleo estacionario)
    - 1 micronúcleo se va (micronúcleo migratorio)



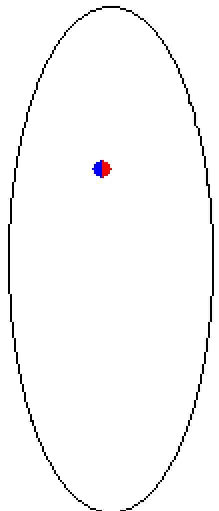
- Se fusionarán los 2 micronúcleos haploides de cada célula, de manera que quede un solo micronúcleo diploide.



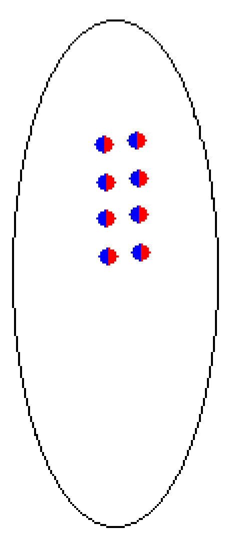
- Una vez fusionados los núcleos se separarán los organismos.



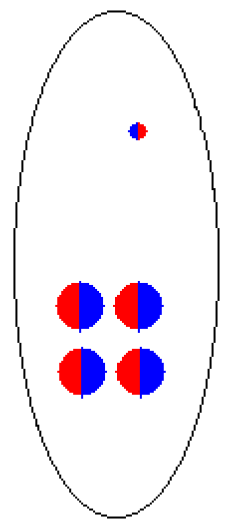
- En cada uno de los organismos sucederá lo siguiente:
    - El macronúcleo degenera.
    - El citostoma y la citofaringe desaparecen.



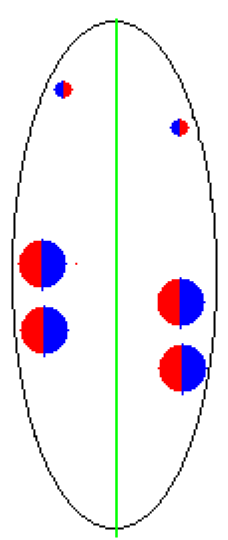
- Se realizarán 3 mitosis consecutivas dando lugar a 8 micronúcleos.



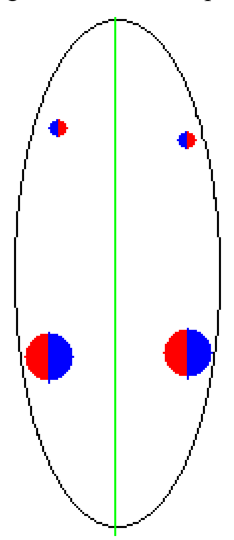
- De los 8 micronúcleos, 4 crecerán hasta alcanzar el tamaño de macronúcleos, mientras que 3 de los pequeños desaparecerán.



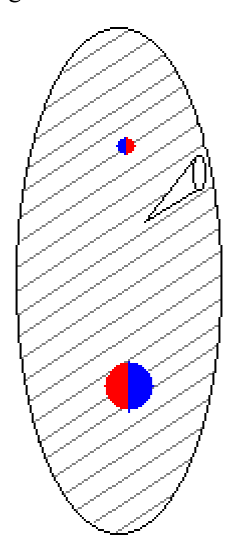
- Se realiza una mitosis del micronúcleo restante, y los 2 resultantes se colocan en los lados de la célula al igual que los 4 macronúcleos. La célula se divide además longitudinalmente.



- Se hace una nueva mitosis del micronúcleo y se realiza la escisión siguiendo el mismo proceso.



- Por lo tanto, después de una conjugación se obtienen 8 organismos iguales.



- Los protozoos suelen tener un ciclo de vida diplonte, pero los hay también diplohaplontes.

5.7. Formas de resistencia

- En caso de pasar durante su ciclo vital por condiciones adversas como serían el vivir en agua dulce, o ser un parásito y tener que cambiar de huésped, los protozoos pueden presentar estructuras denominadas cistes.
- Se caracterizan por presentar multitud de sustancias de reserva acumuladas de abundantes vesículas.
- El metabolismo del organismo se reduce, consumiendo únicamente sustancias de reserva, y en espera de que las condiciones adversas mejoren.
- En caso de no mejorar, el protozoo morirá.

5.8. Principales tipos de protozoos.

- Encontraremos diferentes Filum.
- La sistemática no está del todo establecida.
- Veremos los siguientes:

  - Filum Sarcomastigóforos:
    - Gr. “sarcos”:carne; “mastigol”:látigo
    - Tienen pseudópodos o flagelos para desplazarse.
    - Se trata de un grupo muy heterogéneo, pero todos poseen alguna de las 2 características.

    - Subfilum Sarcodinos:
      - Tienen pseudópodos.
      - Presentan flagelos en su época reproductora para permitir el desplazamiento de los gametos.
      - Pueden poseer un esqueleto que al morir el organismo precipitará. Se cree que gran parte del fondo marino provienen de estos seres (700-4000 m).

- Superclase Rizópodos:
  - Presentan todos los modelos posibles de pseudópodos.
  - No siempre poseen un esqueleto.
    - Ejemplo: Amoeba
  - El esqueleto puede estar formado o bien por carbonato cálcico o por silicios.
  - El organismo puede tener una o varias cámaras, y en caso de presentar varias, siempre estará en la última y mayor.
  - La cámara presenta poros para permitir el paso de los filópodos.
  - Pueden presentar quistes.
  - Son vitales para la formación de petróleo.
  - Algunos foraminíferos en el jurásico pudieron alcanzar cerca de los 10 cm.

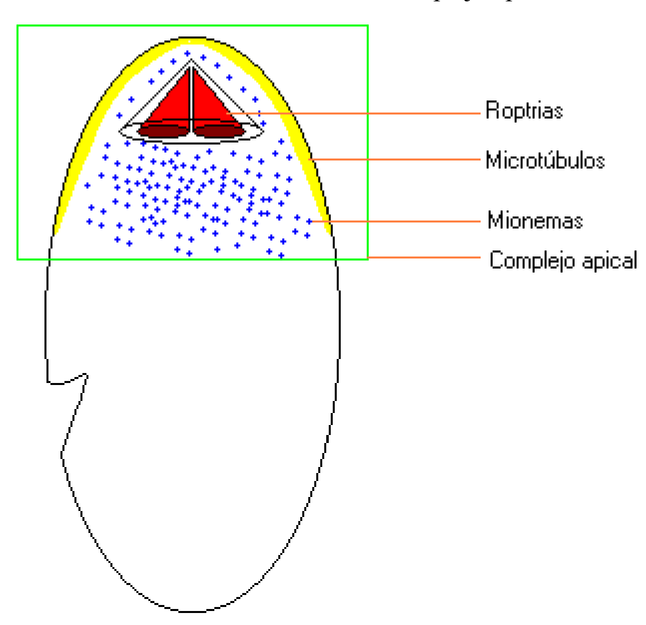
- Superclase Actinópodos:
  - Se caracterizan por poseer los axópodos.
  - Están recubiertos de una coraza con poros, para permitir al paso de los axópodos, que pueden tener 2 funciones:
    - Capturar alimento.
    - Mejorar la flotabilidad.

- Subfilum Mastigóforos:
  - Presentan flagelos durante toda su vida.
  - Pueden ser flagelos únicos y libre, o bien tratarse de flagelos múltiples, que a su vez pueden estar unidos a la membrana para aumentar la fricción.

  - Coanoflagelados:
    - Se trata de organismos que pueden ser libres o coloniales.
    - Su apariencia externa es similar a las de un tipo de células típico de las esponjas.
    - Están protegidos por una capa, de manera, que esta se pueda unir al sustrato u a otros coanoflagelados.

  - Trichonymphe
    - Presenta multitud de flagelos.
    - Se halla presente en el estomago de las termitas, donde libera los enzimas que permiten a estas digerir madera.
  - Hay otros que pueden causar enfermedades.

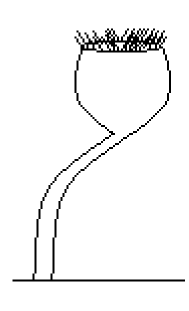
- Filum Apicomplejos:
  - Son organismos que pueden penetrar en otras células, atacándolas mediante el llamado complejo apical.



Roptrias
Provocará la rotura de la membrana celular atacada.
Hay 2 dentro del llamado anillo polar.
Microtúbulos
Endurecen la membrana.
Mionemas
Son proteínas elásticas que empujan a las roptrias.
Complejo apical al completo

- Dentro de este grupo podemos encontrar organismos muy peligrosos:
  - *Plasmodium falciporum* → provoca la malaria.
  - Hay más de 3 millones de infectados en todo el mundo.
  - Se transmite si el mosquito infectado ataca al hombre, inyectándole los plasmodium.
  - El organismo apicomplejo llega hasta el hígado donde se reproduce asexualmente.
  - De allí pasan a la sangre, donde atacarán a los glóbulos rojos.
  - Reproduciéndose por escisión múltiple, recrudecerán su ataque sobre los glóbulos rojos.
  - El ataque continuado de estos organismos provoca una anemia, intercalada por altas fiebres cuando los organismos se reproducen.
  - Poco antes de que muera el organismo huésped, los organismos se reproducen sexualmente.
  - Un nuevo mosquito los absorbe, y en su interior se unen los gametos, y se preparan para asaltar un nuevo huésped.

- Filum Cilióforos:
  - Gr. "cilios": pestaña; "foros": portador
  - "Portadores de pestañas"
  - Presentan cilios alrededor de todo el cuerpo:
    - Disposición en cinetias
    - Movimiento asincrónico
  - Poseen citostoma y citofaringe.
  - Poseen 2 vacuolas pulsátiles situadas en los extremos del organismo, y que se encuentran siempre en fases alternadas → diastólica / sistólica.
  - Pueden reproducirse de 2 maneras:
    - Asexual, por escisión transversal.
    - Conjugación.
  - Poseen 2 núcleos diferenciados, que poseen 2 funciones diferentes.
  - Son organismos muy sensibles a la contaminación.
  - No siempre presentan los cilios alrededor de todo el cuerpo, pero son los únicos en poseer estas estructuras.
  - Pueden ser organismos libres, como hallarse fijos, como la Vorticella.
  - Algunos organismos presentan cirros, que son estructuras que provienen de la fusión de cilios, y que el organismo usa a manera de pies.



5.9. Origen de los metazoos

- En la actualidad se desconoce el mecanismo de formación de los actuales animales, pero se sospecha que tuvieron su origen en los protozoos del precámbrico.
- Es imposible de deducir debido a la imposibilidad de encontrar fósiles de la época, ya que no existen, puesto que fue una época con grandes glaciaciones.
- Existen muchas teorías que tratan de explicar el paso de los protozoos a organismos con múltiples tejidos:

  - Teoría sincitial ciliada.
    - Se produjo una especialización de unos organismos pluricelulares ciliados macizos, a partir de los que surgieron los metazoos y se formó una morula.
    - Esta teoría presenta 2 inconvenientes:
      - Los animales no presentan cilios en ningún momento de su ciclo celular, sólo flagelos → se podría explicar alegando la fusión de los cilios para formar el flagelo, mientras que los más alejados desaparecían.
      - Esta teoría supone que la teoría bilateral es anterior a la radial, mientras que hay pruebas de lo contrario.

  - Teoría colonial flagelada
    - Los metazoos se formaron a partir de colonias de flagelados.
    - Las células interiores pierden el flagelo, mientras que las exteriores lo conservan, debido a la división del trabajo en la colonia.
    - Esto explicaría el origen de los flagelos, y además asume que la simetría radial es anterior a la bilateral.
    - Esta teoría presenta un inconveniente:
      - Existe un organismo como el descrito pero realiza la fotosíntesis.

  - Teoría polifilética.
    - Los animales no tienen un único origen, sino que provienen de diferentes protozoos ancestrales a partir de los que se han formado.

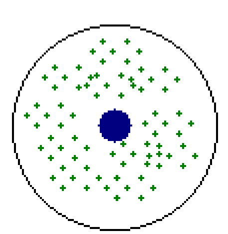
Tema 6: Desarrollo animal.

6.1. Introducción

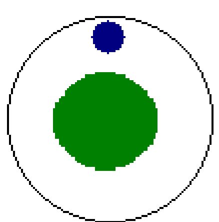
- El ciclo vital de un organismo tiene varias etapas:
    - A partir de la gametogénesis creará gametos, que se unirán en la fecundación formando la primera célula diploide, que seguirá después un proceso de múltiples divisiones. Las células resultantes de las divisiones se colocarán durante la blastulación siguiendo un cierto patrón, y formarán un tipo concreto de blástula.
    - Los tejidos embrionarios se formarán durante la gastrulación, y se formará la gástrula.
    - Los tejidos embrionarios se diferenciarán en la embriogénesis, y finalmente, el organismo nacerá, crecerá, iniciará un nuevo ciclo y morirá.
- El proceso que va de la formación del zigoto a la embriogénesis se conoce como desarrollo embrionario.

6.2. Huevo – Zigoto

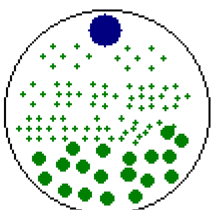
- Los huevos se caracterizan por poseer una sustancia denominada vitelo.
- La cantidad y distribución de esa sustancia determina 4 modelos distintos de huevos:
    - Huevos isolecíticos:
        - Presentan una distribución homogénea y laxa del vitelo.
        - Es propio de esponjas, equinodermos y mamíferos.



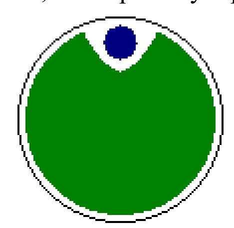
    - Huevos centrolecítios:
        - El vitelo se halla condensado en el centro de la célula, lo que provoca un desplazamiento del núcleo.
        - Es propio de insectos.



- Huevos heterolecíticos:
  - El núcleo está desplazado, y conforme nos vamos alejando del polo del núcleo, va aumentando la concentración de vitelo.
  - Es propio de anélidos, peces, anfibios y moluscos, pero no de cefalópodos.



- Huevos telolecíticos:
  - El núcleo está desplazado, y toda la célula está ocupada por el vitelo
  - Es propio de aves, cefalópodos y reptiles



- Si el núcleo está desplazado a un polo, ese polo se conoce como polo animal y el contrario como polo vegetal.
- Dependiendo de la cantidad de vitelo en el huevo se pueden distinguir 3 tipos de huevos:

  - Oligolecítticos: que tienen poco, son los isolecíticos.
  - Mesolecíticos: punto medio, son los heterolecíticos.
  - Polilecíticos: son os que tienen mucho, son tanto centro- como telolecíticos.

- Una vez se han dado tanto la plasmo- como la cariogamia, es decir, se ha formado el zigoto, la primera célula diploide, se inicia un proceso de segmentación.
- Siguiendo ese proceso, el zigoto comenzará dividirse en blastómeros.
- El modelo que se formará dependerá de:
  - Tamaño.
  - Tasa mitótica.
  - Cantidad de vitelo.

- El zigoto puede seguir un proceso de división 2,4,8,..., en el que todas las células sigan la misma tasa mitótica y todas tengan el mismo tamaño. Este proceso se da en zigotos isolecíticos, y se denomina **segmentación total igual.**

- En caso de que un polo de la célula siga una tasa mitótica superior, un polo del zigoto se dividirá más rápidamente, al que se denominará polo animal, mientras que al otro se le llama polo vegetativo. Es un proceso que se puede dar tanto en iso- como heterolecíticos, provocado en ese caso por la diferente concentración de vitelo. Se denomina a este proceso **segmentación total desigual.**

- En huevos centrolecíticos se da un proceso similar a la segmentación total igual, pero a diferencia de en ese caso, el vitelo se acumula en el centro, y sólo se van multiplicando las células de la capa exterior. A este proceso se le llama **segmentación superficial.**

- En las telolecíticas se seguirá un proceso de multiplicación 2,4,8,..., pero se dejará de lado el vitelo, con lo que se formará un grupo de células unidas a la vitelo. Esto se conoce como **segmentación discoidal**.

- La segmentación acaba con un agregado celular que tiene el mismo volumen que el zigoto, y que se denomina mórula.

- Además existen 2 maneras de segmentarse las células:
  - Las células de la mórula se van colocando una bajo la otra a manera de radios. Esto se conoce como segmentación radial.
  - Las células también pueden disponerse formando espirales, en lo que se conoce como segmentación en espiral.

- Una diferencia radical en los organismos que obtendremos es la diferenciación entre:
  - De la radial obtendremos organismos **deuteróstromos**, organismos en los cuales el primer orificio en formarse no es la boca.
  - De la espiral obtendremos organismos **protóstomos**, organismos en los que el primer orificio en formarse es la boca.

- A partir de aquí se inicia un proceso denominado **blastulación**, que es el proceso que sigue a la mórula. Se produce un aumento de volumen, y las células se desplazan hacia la periferia para tratar de conseguir alimento. Eso provoca la posible aparición de una cavidad denominada cavidad blastocélica.

- A partir de la segmentación total igual se forma una blástula que presenta una cavidad interior y que se denomina **celoblástula céntrica**.

- A partir de la segmentación total desigual pueden pasar dos cosas:
  - Se forma una nueva cavidad, pero esta no está en el centro sino desplazada, esto se conoce como **celoblástula excéntrica**.
  - Si no se forma una nueva cavidad, o esta es tan pequeña que desaparecerá, se denomina a la blástula resultante **esteroblástula.**

- En el caso de la segmentación superficial, no se forma una nueva cavidad, sino que se amplia la cavidad ya existente, con lo que la blástula formada se denomina **periblástula.**

- A partir de las células que han sufrido una segmentación discoidal, se forma una **discoblástula,** y las células han dejado una cavidad entre el espacio que ocupa el vitelo y ellas.

- Aquí llegamos al fin de la blastulación, pero comenzamos un proceso llamado **gastrulación.**

- Es el proceso mediante el cual se forman los primeros tejidos embrionarios, que podrán ser 2 o 3, a partir de los cuales se forman todos los demás.
  - Un organismo con 2 tejidos embrionarios será **diblástico.**
  - Un organismo con 3 tejidos embrionarios será **triblástico.**

- Los tejidos se formarán siguiendo distintos métodos, que vienen determinados por la blástula.

- En caso de tratarse de una blástula céntrica o de una periblástula se pueden dar 3 métodos:

  - **Invaginación.**
    - Un grupo de células pasa al interior de la cavidad blastocélica, formando por lo tanto 2 tejidos, delimitados por dicha cavidad:
      - El tejido exterior es el ectodermo.
      - El tejido interior es el endodermo.
    - Además, debido a la formación de esos 2 nuevos tejidos, se ha formado una nueva cavidad, el arquénteron, que está abierto por un lado, en un orificio llamado blastoporo.
    - Las gástrulas que resultan por este proceso son las **celogástrulas**

- **Delaminación.**
  - Todas las células de la blástula forman una nueva capa de células, que se separará y se organizará en el centro, se delaminará.
  - Se formarán una nueva cavidad, el arquénteron, en el interior de la nueva capa.
  - Las gástrulas de este tipo se denominan **esferogástrulas.**

- **Ingresión.**
  - En el proceso de ingresión pueden pasar 2 cosas:
    - Todas las células son capaces de formar el nuevo modelo de células, en cuyo caso se trata de una ingresión multipolar.
    - Sólo una zona es capaz de formar el nuevo modelo, con lo que la ingresión es unipolar.
  - Estas nuevas células pueden colocarse en el centro, dando como resultado una **esterogástrula,** o bien llenar la cavidad formando lo que se denomina una **esterogástrula masiva.**

- A partir de la celoblástula excéntrica se forma una gástrula siguiendo el proceso llamado epibolia:
  - Los micrómeros crecen y empiezan a cubrir lateralmente a los macrómeros, hasta finalizar cubriéndolos totalmente.
  - En esta gástrula llamada celogástrula, hay 2 tejidos, 2 cavidades, y 1 orificio.

- Si tenemos una esteroblástula, debido al escaso tamaño de su cavidad blastocélica, esta desaparece cuando se forman los micrómeros. Finalmente se cierra todos y quedan únicamente 2 tejidos, es decir no hay ni cavidad ni orifico.

- En el caso de tener una discoblástula, se sigue un fenómeno llamado involución:
  - A partir de la discoblástula hay una proliferación celular, y las células resultantes se van situando entre la cavidad blastocélica y la cavidad vitelina, separándolas finalmente.
  - En este caso hay 2 tejidos, y 2 cavidades, pero no encontramos orificio alguno.

- A partir del ectodermo obtendremos al finalizar todos los tejidos que limitan con el exterior: piel, pelo, uñas,...

- Del endodermo saldrán la mayoría de los tejidos internos como hígado, bazo,...

- Por lo tanto, los organismos que sólo tengan esos 2 tejidos no tendrán músculos, sistema circulatorio,...

- La mayoría de organismos fabrica pues un tercer tejido, el mesodermo, que puede delimitar una cavidad, el celoma.

- El mesodermo se puede obtener a partir de lo que ya tenemos:
  - Si se forma a partir del ectodermo se denominará ectomesodermo, se da en fases larvarias.
  - Si se forma a partir del endodermo se denominará endomesodermo, se da en fases juveniles.
  - Si se forma a partir de ambos tejidos, se dará con participación de ambos tejidos, pero de forma desigual.

- Existen varias vías, mediante las cuales se puede originar el mesodermo:

  - Vía esquizocélica:
    - Se forma mayoritariamente a partir del ectodermo.
    - Las células que forman el nuevo tejido están próximas al blastoporo.
    - Esas nuevas células se desplazan al interior de la cavidad blastocélica, donde formarán cápsulas, que pueden estar a su vez llenas de tejido.
    - La cavidad blastocélica está limitada por ecto- y mesodermo.
    - El celoma, sólo limita con el mesodermo.

  - Vía enterocélica:
    - Se forma principalmente a partir del endodermo.
    - Algunas células del endodermo se comienzan a dividir, formándose pequeñas cápsulas en el endodermo, que se separarán formando el mesodermo.
    - El celoma en este caso está únicamente delimitado por el mesodermo.
    - La cavidad blastocélica se halla delimitada por los 3 tejidos.

  - Vía mesenquimática:
    - Interaccionan ambos tejidos.
    - Los tejidos se dividen y hay una proliferación celular de manera que las células resultantes se dirigen a la cavidad blastocélica, donde se unirán y darán lugar al tercer tejido.

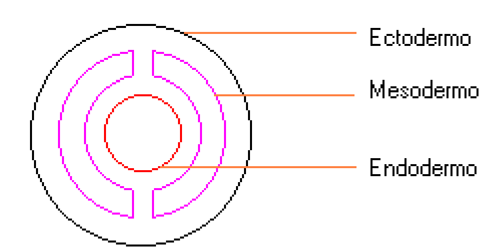
- Finalmente tenemos una gástrula con 3 tejidos y 3 cavidades.

  - Tejidos:
    - Ectodermo
    - Mesodermo
    - Endodermo

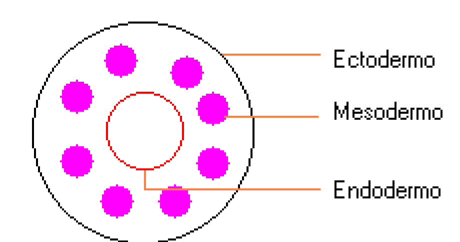
  - Cavidades:
    - Arquénteron
    - Cavidad blastocélica
    - Celoma

- A partir del mesodermo se obtiene los siguientes órganos o tejidos:
  - Tejido conjuntivo.
  - Tejido adiposo.
  - Tejido cartilaginoso.
  - Tejido óseo
  - Tejido muscular
  - Tejido sanguíneo
  - Órganos reproductores.

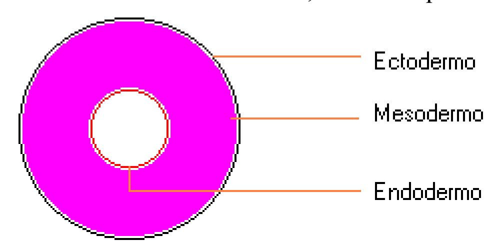
- No todos los organismos triblásticos son iguales, ya que hay 3 tipos diferentes de organización.
  - Eucelomados o celomados verdaderos.



- Puede haber organismos cuyo mesodermo no delimite ningún espacio, sino que en su interior haya células:
  - Pseudocelomados:
    - No tienen celoma.
    - Tienen una cavidad de origen blastocélico.
    - Tienen arquénteron.



- Acelomados:
  - No tienen cavidad interna, sólo el arquénteron.



- La mayoría de los organismos triblásticos son o bien eucelomados o pseudocelomados.
- De esta mayoría, los hay más eucelomados.

- VENTAJAS DE TENER CAVIDADES INTERNAS.

I. Permite tener un esqueleto hidráulico, que adquiere forma y se la da al organismo, lo que implica que el organismo puede aumentar su tamaño sin aumentar en exceso su peso.
II. Facilitan el movimiento, debido a su elevada flexibilidad, y debido a la presencia de cavidades, los movimientos no implican una presión sobre los órganos internos.
III. El hecho de tener líquidos en su interior facilita la comunicación entre las células.
IV. El tubo y todos los conductos digestivos están separados por la cavidad celomática, cuya función es amortiguar golpes y presiones, lo que implica que los órganos internos son menos sensibles que los de otros organismos. La musculatura no está unida directamente a órganos vitales, por lo que el movimiento no implica el movimiento de órganos.
V. Hay órganos que pueden crecer en tamaño sin que ello implique un crecimiento del tamaño del organismo.

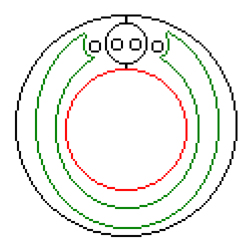
- Aquí se llega al fin de la gastrulación, y se comienza el proceso de embriogénesis.
- En ese proceso la gástrula crece, y los nuevos tejidos comienzan a diferenciarse a partir de los 3 tejidos embrionarios, en la histogénesis.
- Se forman nuevos órganos a partir de los tejidos en la llamado organogénesis.
- Se completa la forma del organismo en la morfogénesis.
- Los animales triblásticos presentan 3 modelos diferentes de desarrollo a partir de la gástrula determinada:

  - Gastrorrafia:
    - En primer lugar se produce un alargamiento transversal de la gástrula, que conlleva un alargamiento del blastoporo, alrededor del cual se forman las células que darán lugar al sistema nervioso, con lo que tendremos 2 cadenas nerviosas que rodean al blastoporo.

- La parte central del orificio se estrecha hasta acabar fusionándose, y creando 2 nuevas cavidades que están unidas por el tubo digestivo, formado a partir del endodermo.
- El sistema nervioso rodea ambos orificios, y recorre el organismo de manera ventral.
- Se trata pues de organismos protóstomos, es decir, que la primera cavidad en formarse es la boca, y hiponeuras, debido a su sistema nervioso ventral.
- La parte del sistema nervioso cercana a la boca tiende a un ensanchamiento, mientras que en la parte contraria, el sistema nervioso tiende a desaparecer.
- En la zona de la boca se forma además el anillo periesofágico.

- Isoquilia:
  - Se produce un alargamiento longitudinal de la gástrula.
  - El tejido nervioso se dispone formando anillos alrededor del tubo digestivo formado por el endodermo.
  - Al lado contrario de donde está el blastoporo se formará una invaginación, que acabará uniéndose al tubo digestivo, que se replegará a su vez.
  - Por otro lado, el sistema nervioso desaparecerá hasta quedar reducido a dos anillos, unos situado cerca de la boca, mientras que el otro estará al lado contrario.
  - Estos animales son deuteróstomos y cicloneuras.
  - Este proceso se da en equinodermos.

- Nototenia:
  - Se produce un alargamiento de la gástrula de manera transversal, a la vez que el blastoporo se alarga y se repliega hacia un lado.
  - El replegamiento del blastoporo provoca que las cadenas que lo rodean sean 4: 2 centrales, en la parte que separa ambos lados del blastoporo, y 2 laterales en los lados.
  - El celoma lo rodea todo, y en las partes en las que se encuentra con el tejido nervioso se invagina.
  - Los 2 orificios que quedan del blastoporo se cierran, dando como resultado que las cadenas nerviosas que transcurrían por la separación del blastoporo hayan quedado enfundadas en ectodermo. Mientras tanto, el tubo digestivo también se ha cerrado.
  - El celoma no ha variado su posición, y sigue rodeándolo todo, presentando invaginaciones en la parte en la que se encuentra con las 2 cadenas nerviosas que circulaban por el exterior del blastoporo.
  - Finalmente se producen unas invaginaciones, que se unirán al tubo digestivo para completarlo, y permitir que este entre en contacto con el exterior.
  - Uno de esos nuevos orificios da lugar a la boca, por lo que se trata de organismos deuteróstomos y epineuras.
  - Este tipo de animales son los cordados, y en caso de que la parte de las 2 cadenas enfundadas se calcifique se les llamará vertebrados.



Esquema básico de un cordado

Tema 7: Poríferos.

- Reciben su nombre por tener todo el cuerpo recubierto de poros

7.1. Generalidades

- Se trata de individuos diblásticos.
- Suelen poseer simetría radial, aunque la pueden haber perdido en su crecimiento.
- Carecen tanto de boca como de tubo digestivo.
- Si tienen sistema nervioso, este está poco definido.
- El cuerpo del organismo lo recorren una serie de conductos que le permiten ponerse en contacto con el medio.
- Las células conservan gran parte de su totipotencia.
- No tienen auténticos tejidos, con la excepción del punto donde se unen al sustrato, la membrana basal.
- Se trata de organismos bentónicos y filtradores.
- La cavidad blastocélica es grande y en su interior posee un conjunto de células indiferenciadas y un conjunto de estructuras esqueléticas, cuyo origen puede ser tanto inorgánico u orgánico, que sirven para dar forma al organismo.
- Su reproducción sigue un proceso de fecundación directa, es decir lanza las células reproductoras al medio esperando que sean captadas.

7.2. Organización general

- Estos organismos pueden no ser más que sacos con toda su superficie externa recubierta de poros.
- La capa exterior del organismo se denomina pinacodermo, y el orificio mayor se denomina ósculo.
- El tejido interno es el coanodermo, y la cavidad que este delimita es el espongiocelo.
- La cavidad blastocélica recibe el nombre de mesoglea, y está repleta de células indiferenciadas y de estructuras esqueléticas.
- Los poros que presenta el organismo en su exterior permiten el paso de agua al interior del organismo, que lo abandonará posteriormente por el ósculo.
- Hay 3 modelos de organización de las esponjas:

  - Ascon:
    - La cavidad interna se reduce a un solo saco, relativamente liso, recubierto únicamente por coanodermo.
    - El paso de agua del exterior al interior se produce por porocitos.

  - Sicon:
    - La esponja presenta un espongiocelo mixto, es decir, está formado por unas cavidades formadas por coanodermo, que se hallan unidas por pinacodermo.
    - Pueden presentar en el exterior un grupo de cavidades que conducen el agua del exterior al interior.

  - Leucon:
    - El espongiocelo se repliega formando pequeñas cámaras denominadas cámaras pulsátiles.
    - Existe una cavidad interna mayor que está conectada con el ósculo, que es el atrio, que está formado únicamente por pinacodermo.
    - Hay canales que unen el exterior con las cámaras pulsátiles, que se denominan canales inhalantes.
    - Los canales que llevan de las cámaras pulsátiles al atrio son los llamados canales exhalantes.
    - Los canales que conducen el agua entre las distintas cámaras pulsátiles se llaman canales intermedios.
    - Los canales están formados por pinacodermo.
    - La mesoglea está formado por células indiferenciadas y por estructuras esqueléticas, y se le conoce como córrex.

- Los canales son exactamente agrupaciones de células que se han unido formando un orificio en su centro.

7.3. Modelos celulares.

- Para observar los distintos modelos celulares es necesario realizar un corte:

    - Pinacodermo:
        - Se distinguen un conjunto de células vivas que presentan forma hexagonal, y que son relativamente delgadas, que se conocen como pinacocitos.
        - En algunas esponjas podemos encontrar también otro modelo en la capa externa, los porocitos, que son células que presentan un orificio en su centro y que van del exterior a la parte interior.
        - En los modelos Sicon y Leucon no podemos encontrar estos porocitos, sino que encontraremos agrupaciones de células que formarán canales.

    - Coanodermo:
        - En el coanodermo se distinguen sobretodo unas células que poseen microvilli en su extremo, a la vez que algunos flagelos; a estas células se las denomina coanocitos.
        - Si el coanodermo se compone solo de estas células la cavidad que limita será el espongiocelo, pero si compone también de alguna célula del pinacodermo se denominará espongiocelo mixto.

    - Mesoglea:
        - Se halla entre los otros 2 tejidos.
        - En su interior encontramos los arqueocitos, que son células indiferenciadas móviles de tipo ameboide, que no presentan ninguna simetría.
        - Estas células se pueden diferenciar en cualquiera de los modelos celulares tanto del pinacodermo como del coanodermo.
        - Son las encargadas de la digestión y de la excreción, y en algunos casos pueden ser responsables de la reproducción.
        - También podemos encontrar los miocitos, que presentan gran cantidad de componentes elásticos, cuya función será la de colocarse o bien en el ósculo o bien en los canales para reducir o ampliar su tamaño, variando el caudal de líquido.
        - Aquí también podemos encontrar 3 tipos de células que formarán el esqueleto del organismo:

            - Lofocitos, que forman fibras de colágeno, y espongiocitos, que sintetizan una sustancia llamada espongina, que es un tipo de agrupación de colágeno. Ambas sustancias son de origen orgánico.
                - Un espongiocito comienza a sintetizar colágeno, haciéndolo aumentar en tamaño, de manera que cuando sea mayor que la célula, esta se dividirá, para continuar la síntesis, una nueva célula a cada extremo de la espongina, mientras que otras células se encargan de estirar lateralmente las fibras. Una vez acabada la síntesis de espongina, las células se separan.

            - Esclerocitos, que sintetizan estructuras esqueléticas de origen inorgánico.
                - Los esclerocitos formarán espículas precipitando carbonato cálcico o bien silícico, hasta que la espícula sea mayor que la célula que la está sintetizando, ya que una vez alcanzado un tamaño superior la célula se dividirá y continuará sintetizando la espícula desde cada extremo, haciéndola cada vez mayor.
                - Hay 2 tipos de espículas que se pueden distinguir a simple vista:
                    - Calcáreas, que son opacas
                    - Silícias, que son más claras y tienen una fibra de colágeno en el centro.

- Dependiendo del tamaño de la espícula hablaremos de microscleras o megascleras

- Todas estas características sirven para clasificar a las esponjas:
  - Si sólo tienen espongina son esponjas muy blandas
  - Sí tienen ambos componentes pero más espongina serán blandas pero no tanto.
  - Si tienen más espículas serán esponjas muy duras.

7.4. Circulación del agua en las esponjas.
- Se trata de organismos filtradores, por lo tanto pasa agua por su interior.
- Dependen del flujo de agua para sobrevivir.
- El movimiento de los flagelos de los coanocitos provoca el movimiento del agua.
- Por lo tanto la disposición tanto de los coanocitos como de sus flagelos, al igual que el movimiento de estos es vital para las esponjas.
- Si el agua entra por si misma impulsada por la corriente, los flagelos dejarán de moverse para ahorrar energía.
- Los miocitos regulan el caudal de agua que entra y sale de la esponja.
- En caso de que haya abundantes nutrientes en el medio, son capaces de invertir la dirección del agua, para retenerla y aprovechar el alimento.

7.5. Alimentación
- La digestión de las esponjas no es externa, sino que es intracelular.
- Por lo tanto, a pesar de poseer tejido endodérmico no han desarrollado un sistema digestivo.
- Los auténticos encargados de realizar la digestión son los arqueocitos, y no los coanocitos como podría parecer a simple vista, ya que estos son los encargados únicamente de capturar el alimento.
- El alimento se absorbe a través de los microvilli de los coanocitos, que presentan una sustancia pegajosa.
- El paso del alimento al interior se puede dar o bien por fagocitosis, si tiene más de 1 μm, o por pinocitosis, si es mayor.
- En primer lugar se forma una vacuola, que atraviesa el coanocito, en dirección al polo contrario de donde están los microvilli, por donde abandonará esta célula y pasará al arqueocito que realizará la digestión.
- El arqueocito transmitirá energía después a todo el organismo.
- Las sustancias de deshecho se expulsan dejándolas en el corriente acuático de manera que son eliminadas a través del ósculo.
- La respiración en las esponjas es un proceso individual, es decir, que realiza cada célula por su cuenta.

7.6. Sensibilidad de las esponjas
- No tienen sistema nervioso.
- No tienen órganos sensoriales.
- No tienen transmisión ni conducción nerviosa.
- La sensibilidad es debida a impulsos mecánicos o eléctricos, según el medio o la célula vecina.
- Las respuestas se suelen reducir a variaciones en el diámetro del ósculo o de los canales.
- Otro tipo de respuesta puede ser la inversión del flujo de agua.
- Su respuesta más compleja respecto al medio es la fabricación de gémulas, que son agrupaciones de arqueocitos y de sustancias de reserva, rodeadas de espículas.
- Se producen gémulas en caso de desecación del medio, es decir, no se suele dar en esponjas marinas, pero sí se puede dar en las de río.
- Una vez han variado las condiciones externas, la gémula se rompe y su contenido queda libre, creando una nueva esponja.

7.7. Clasificación.

- Consultar el guión de prácticas.

7.8. Reproducción.

- Las esponjas se pueden reproducir de manera sexual o asexual.
- La reproducción asexual es bastante común debido a que las células, aún estando bastante diferenciadas conservan gran parte de su totipotencia.
- Una manera de reproducción de las esponjas es debido a la fragmentación, es decir, si una esponja se rompe, de cada fragmento resultará un organismo nuevo.
- Otro proceso de reproducción asexual es el conocido como gemación, en el cual la esponja comienza a generar un apéndice, en el cual después aparecerá un ósculo. Tanto esponja como la futura esponja comparten en este punto todos los tejidos. Finalmente se produce un estrangulamiento en la base del apéndice que se libera de la esponja y se fija al sustrato para dar lugar a una nueva esponja.
- La reproducción sexual en las esponjas no sigue un proceso único, sino que cada esponja sigue un proceso diferente:
    - Los espermatozoides suelen ser fabricados por los coanocitos.
    - Los óvulos pueden formarse a partir de coanocitos o arqueocitos.
    - Los espermatozoides son liberados al medio, donde si tienen suerte serán captados por otra esponja, que si es de especie diferente se los comerá, pero si es de la misma especie se iniciará la reproducción:
        - El coanocito reconoce al espermatozoide y comienza a reducir tanto sus flagelos como sus microvilli.
        - El espermatozoide pasa al interior del coanocito, donde estará en el interior de una vacuola, y perderá su flagelo.
        - Un arqueocito cercano sufrirá una meiosis, dando lugar al óvulo, el cual se unirá al espermatozoide una vez este haya dejado la célula transportadora, que una vez acabado el transporte volverá a la normalidad.
        - El zigoto sufre un proceso de segmentación total igual, y pasará a un estado de larva:
            - Anfiblástula:
                - Presenta 2 modelos de células.
                - Posee unas células flageladas y otras sin flagelos.
                - Se fija al sustrato por la parte de la larva que carece de flagelos, momento en el que comienza una rápida proliferación celular lo que provocará la invaginación de la parte de las células flageladas, que a su vez proliferaran mucho.
                - Las células exteriores se diferenciarán entonces en porocitos y pinacocitos, mientras que las células interiores serán los nuevos coanocitos, y el espacio intermedio será la mesoglea.
                - Este tipo de larva da lugar al modelo de esponja ascon
            - Parenquímula.
                - Tiene un único modelo celular, teniendo todas las células de la larva flagelos.
                - Se fija al sustrato por cualquier parte, y en el lugar donde se ha fijado se produce una invaginación.
                - La parte externa de la larva perderá los flagelos, quedando sólo los de la parte invaginada, que continuará su crecimiento, hasta que finalmente se colapse la apertura, dando como resultado la separación de ambos tejidos, de manera que las células del ectodermo se diferenciarán a pinacocitos y las del endodermo se diferenciarán a coanocitos.
                - Se produce después una invaginación del ectodermo a la vez que el endodermo se rompe. A partir de este punto pueden pasar 2 cosas:

- Leucon:
  - Se creará una esponja leucon si se forman los canales que comunican las cámaras vibrátiles. Estos canales se forman por invaginaciones del pinacodermo, y dan como resultado la formación definitiva de una esponja típicamente Leucon.

- Sicon:
  - Si las invaginaciones continúan se pueden llegar a unir y fusionar pinacodermo y coanodermo, de manera que la esponja resultante no será una leucon sino que será una sicon típica con un espongiocelo mixto de pinacocitos y coanocitos.

7.9. Biología de las esponjas

- Las esponjas son organismos bentónicos.
- Se puede encontrar esponjas a cualquier latitud o longitud, tanto en agua dulce como salada.
- Existen esponjas cuyo ciclo vital es anual, porque viven en zonas donde el flujo de agua se puede cortar, es decir, viven en ríos.
- La mayoría de las esponjas tiene vidas excepcionalmente largas, y pueden llegar a vivir más de 100 años.
- Debido a su capacidad de regenerarse a partir de cualquier pedazo de esponjas podemos decir que una esponja determinada nunca muere.
- Se trata de esponjas que pueden presentar esqueletos, y este estará compuesto de diferentes sustancias en función de la zona donde viva la esponja:

  - Calcáreas:
    - Se trata de esponjas que viven en las zonas litorales, que tienen sus espículas formadas a partir de carbonato cálcico.
    - Se trata de esponjas que pueden tener también espongina.
    - Pueden pertenecer a cualquiera de los tres modelos de esponja: ascon, sicon o leucon.

  - Silícicas:
    - Sus espículas, en caso de tenerlas, estarán formadas por silicatos.
    - Pueden presentar sólo silicatos, sólo espongina, o una combinación de ambas sustancias.
    - Se trata de esponjas únicamente leucon.

  - Hexactinélidas:
    - Viven a 200 m de profundidad y carecen de espongina.
    - Son de los modelos sicon o leucon.

- Las esponjas tienen también depredadores, que pueden ser o bien gasterópodos o peces, ambos altamente especializados para protegerse de los mecanismos defensivos que posee la esponja:
  - Espículas.
  - Asociación simbiótica con bacterias que expulsan sustancias tóxicas.
- Existen muchos organismos que se aprovechan de las esponjas para protegerse.
- Las esponjas presentan intereses económicos para el hombre:
  - Aspectos positivos:
    - Esponjas de baño, esponjas que sólo tienen espongina.
    - Cepillos para los caballos,...
    - Productos farmacológicos
  - Aspectos negativos:
    - Cultivos de moluscos, ya que compiten con las esponjas por el carbonato cálcico, fijándose al molusco y aprovechándose del carbonato de su concha.

Tema 8: Cnidarios

- Cnidarios: gr. "Cnidos": ortigas.
- Animales que llevan ortigas, es decir, que poseen sustancias urticantes.

8.1. Generalidades

- Se trata de organismos diblásticos, que poseen simetría radial, que en algunos casos puede derivar a simetría bilateral.
- Su aspecto es el de un saco, ya que sólo posee 2 capas de células separadas por la mesoglea.
- El endodermo da lugar a la cavidad gástrica, donde se realiza la digestión.
- Carecen de cabeza, y su boca realiza también las funciones excretoras.
- El orificio que realiza las funciones de boca está rodeado por unas digitaciones, denominadas tentáculos, que es donde están las sustancias urticantes.
- No poseen un sistema nervioso complejos, sino que funcionan por plexos.
- Poseen verdaderos tejidos, y por lo tanto, verdaderos órganos.
- Carecen tanto de aparato circulatorio como de respiratorio.
- Tampoco tienen musculatura, sino que tienen células con proteínas contráctiles.

8.2. Modelos estructurales.

- Se diferencian 2 tipos de modelos estructurales en los cnidarios: los pólipos y las medusas.

    - Pólipo:
        - Se trata de organismos sesiles, fijos al sustrato y bentónicos.
        - Un pólipo vive fijo al sustrato, fijándose a él a través del disco pedial.
        - Por encima del disco está la llamada columna, vacía en su interior, donde se halla la cavidad gástrica.
        - Por encima de la columna poseen un orificio, que realiza las funciones tanto de boca como de ano, denominado estoma.
        - Los tentáculos se sitúan en la parte periférica de la boca, en el periestoma.
        - Si realizásemos un corte a nivel de los tentáculos, veríamos ambos tejidos, ya que el endodermo sigue al ectodermo de manera continua, incluso a nivel de los tentáculos.
        - La parte hundida donde está situada la boca recibe el nombre de hipoestoma, y a través de la boca llegaríamos a la cavidad gástrica formada únicamente por endodermo.

    - Medusa:
        - Es un organismo libre, más dinámico que el pólipo, basa su movimiento en dejarse arrastrar por las corrientes.
        - Su forma es la de una campana, y a esa parte de la medusa se la llama umbrela, que es de donde salen los tentáculos, y que es donde está un tubo denominado manubrio, que acaba en el orificio que es la boca.
        - Al igual que en los pólipos, si realizamos un corte, veríamos que el endodermo se halla por debajo del ectodermo, incluso en los tentáculos.
        - La parte inferior de la umbrela se llama exumbrela, mientras que la parte inferior se conoce como subumbrela.
        - Algunas medusas tienen un tejido laxo que separa la subumbrela del resto y que recibe el nombre de velo.
        - Existen abundantes similitudes entre pólipo y medusa.

- Existen cnidarios que durante su ciclo vital sólo poseen uno de los dos modelos, pero la mayoría pasa por ambos durante su vida.

Pólipo ⇄ Medusa (R.A. →, ← R.S.)

8.3. Modelos celulares

- Para observar los distintos modelos celulares se ha de realizar un corte a nivel del tentáculo, de manera que se puedan observar después tanto ectodermo, como endodermo, como mesoglea.

- Células del ectodermo:
  - El modelo más común son las células mioepiteliales, que son células que poseen una forma cilíndrica, que poseen en uno de sus lados fichas fibras para poder contraerse y moverse.

  - Otro modelo celular son los cnidocitos, que son células que se sitúan en los tentáculos, y que en su interior poseen las sustancias urticantes, cuya función exacta variará.
    - Se trata de células, que en su interior poseen una estructura denominada nematocisto, donde están albergadas las sustancias urticantes.
    - Un cnidocito termina en un órgano sensitivo llamado cnidocilo, y una tapa llamada opérculo.
    - Por debajo del opérculo hay una estructura terminada en gancho, de la punta del cual sale un filamento, hueco en su interior.
    - Cuando la célula capta un estímulo, se abre el opérculo, el gancho se evagina, presentando unos dientes, al igual que el filamento, que sale disparado, hasta engancharse en la presa, y a través del cual pasan las sustancias urticantes.
    - A este tipo de ganchos se les llama penetrantes, y al dispararse mueren.
    - Hay otros tipos de filamentos como los envolventes, que no transmiten ninguna sustancia, sino que únicamente acercan a la presa a la boca.
    - Los glutinosos ayudan al desplazamiento del pólipo, segregando sustancias pegajosas y gelatinosas.

  - Junto a estos modelos celulares encontramos también en el ectodermo, unas células llamadas sensoriales, que presentan un cilio en su parte externa, cuya función es la de captar los estímulos provenientes del exterior, y transmitirlos a su vez a otros modelos de células tanto del ectodermo como de la mesoglea.

  - Entre todas estas formas de especialización celular encontramos también un conjunto de células indiferenciadas que se colocan en los espacios que dejan los restantes modelos celulares entre sí. A estas células se las llama células intersticiales, y podrán, en caso de necesidad, transformarse en cualquier otro tipo de célula del ectodermo.

- Células del endodermo:
  - El primer modelo de células que encontramos una vez llegamos al endodermo son las células mioepiteliales gástricas, que presentan en la parte que da a la cavidad gástrica de 2 a 5 flagelos, cuya misión es la de agitar el agua que pasa por el interior del organismo, y aproximar el alimento a las células. Poseen en la parte basal componentes elásticos que permiten su movimiento.

  - Existen además en el endodermo células glandulares, cuya misión es la de liberar enzimas proteolíticos a la cavidad digestiva para poder hacer la digestión.

  - Junto a estas células encontramos también células sensoriales, que se pueden conectar con otras células tanto del endodermo como de la mesoglea.

  - Por último, y al igual que en el ectodermo, también encontramos un grupo de células indiferenciadas, cuya función es la de poder convertirse en cualquier otra célula del endodermo.

- Mesoglea:
  - En esta parte del organismo sólo podemos encontrar protoneuronas, que forman plexos, y están unidas a células sensoriales de ambos tejidos. Debido a que la transmisión de los impulsos se realiza de manera química a través del citoplasma, la transmisión es muy lenta.

8.4. Biología.
- Son organismos que poseen la capacidad de desplazarse:
  - En el caso de los pólipos el movimiento puede ser tanto pasivo como activo:

    - Pasivo:
      - Si el pólipo se desengancha y se deja llevar por las corrientes, entonces se habla de movimiento pasivo del pólipo.

    - Activo:
      - El pólipo puede moverse de manera activa gracias a un tipo especial de cnidoblastos, llamados cnidoblastos gulutinosos, que están situados tanto en los tentáculos como en el disco pedial.
      - Estos cnidoblastos son capaces de segregar una sustancia que fija al pólipo al sustrato.
      - El pólipo realiza el movimiento girando sobre sí mismo y fijando los tentáculos al sustrato, liberando después el disco. El siguiente paso consiste en continuar girando y volver a fijar el disco al sustrato y liberar los tentáculos.

  - Las medusas también pueden realizar un movimiento tanto pasivo como activo:
    - Pasivo:
      - Al igual que en los pólipos el movimiento pasivo de las medusas es dejarse llevar por las corrientes marinas.
      - El movimiento pasivo consiste únicamente en desplazamientos laterales, y no de ascensión.

    - Activo:
      - El movimiento activo, que es el que permite a la medusa desplazarse verticalmente, se realiza mediante movimientos compulsivos de la umbrela.

8.5. Alimentación.
- Se trata de organismos depredadores.
- La digestión la realizan en su mayor parte en la cavidad gástrica.
- Captan el alimento mediante las células mioepiteliales gastrales, donde se finaliza la digestión.
- Las sustancias de excreción se eliminan mediante el estoma, que las libera al medio, una vez ya no queda alimento.
- Las células implicadas en la captura son las células con más alto contenido elástico, en la zona del estoma y de los tentáculos.

8.6. Respiración.
- Se produce por difusión, es decir, carecen de sistema respiratorio.

8.7. Sensibilidad.
- Presentan algunas células sensitivas, por lo que podemos afirmar que poseen un mínimo de sensibilidad.
- Las respuestas a los estímulos son lentas debido al sistema de plexos.
- El sistema sensorial está más desarrollado en las medusas que pueden dirigir el movimiento de desplazamiento.
- La medusa presenta un órgano que puede controlar tanto la luminosidad como el equilibrio.
- Otra causa para las reacciones lentas es la ausencia de un centro organizador.

8.8. Clasificación

- Clase hidrozoos:
  - Son cnidarios que en su ciclo vital pueden ser o bien sólo pólipos o bien sólo medusas, o bien pasar por ambos estados en su vida.
  - Se diferencian de los demás en que su cavidad gástrica es lisa y no presentan paredes internas.
  - Se trata de cnidarios que presentan gran cantidad de formas morfológicas.
  - Los pólipos pertenecientes a esta clase pueden ser tanto solitarios como coloniales.
  - En el caso de ser coloniales podemos distinguir entre:
    - Homomórficos, si todos son iguales.
    - Polimórficos, si presentan diferencias tanto estructurales como funcionales.
  - Además los pólipos pueden presentar un esqueleto externo, de manera que los denominaremos caliptoblásticos so lo poseen, y gimnoblástcios si carecen de él.
  - Si este esqueleto cubre totalmente al pólipo, entonces lo llamaremos operculado, y si no lo cubre será no operculado.
  - Los pólipos que tienen esqueleto externo son los tecados, y los que no atecados.
  - Las medusas serán microscópicas y sexuadas, con la posibilidad de presentar un velo, llamándose craspedotas si lo tienen y acraspedotas si no tienen.

    - Tipo Hidroides:

      - *Hydra sp.*
        - Presenta sólo la forma de pólipo y vive en agua dulce.
        - Presenta 2 modelos de reproducción:

          - Asexual:
            - Por un proceso de gemación.
            - Se va reproduciendo siguiendo este proceso, hasta formar colonias temporales homomórficas.
            - Estas colonias acabarán separándose cuando en el medio haya riqueza de nutrientes.

          - Sexual:
            - Presentan sexos separados.
            - Las células reproductoras son de origen ectodérmico.
            - En los machos se perciben bultos abundantes y pequeños en la columna, mientras que en la hembra los bultos son más escasos y mayores.
            - El espermatozoide nada hasta encontrar una hembra y unirse al óvulo para dar lugar al zigoto, que seguirá un proceso de segmentación total igual.
            - Después de la blastulación y de la gastrulación se formará una larva plana que presentará flagelos.
            - Siguiendo una serie de invaginaciones, esta larva dará lugar a una nueva hidra

      - *Obelia sp.*
        - Forma colonias polimórficas, caliptoblásticas, no operculadas tecadas y con medusas craspedotas.
        - El proceso se inicia con un pólipo llamado oozoide.
        - Todo comienza con un proceso de gemación se crean nuevos organismos, de manera que se formará una colonia, que una vez desarrollada empezará a presentar distintas formas de pólipos:
          - Suele presentar varios gastropólipos, que son los encargados de la digestión.
          - Posee además un gonopólipo, grande, que tiene un eje central y que está acabado en un orificio, el gonoporo. A partir de este pólipo se liberarán medusas formadas a partir del eje central por gemación. Una vez maduras, las medusas liberarán gametos al

medio, de manera que se formará finalmente el zigoto, y de ahí un nuevo oozoide.

- Tipo Sifonóforos:
  - Se trata de hidroides muy desarrollados.
  - Presentan un eje y un conjunto de sacos aéreos, que pueden ser de 2 tipos:
    - Campanas natatorias: pequeñas y abundantes
    - Pnumatóforo**:** grande y única.
  - Los sacos aéreos están llenos de gases, o bien helio o nitrógeno.
  - Los pólipos se sitúan siguiendo cormidios, que son pólipos repetitivos:

    - Lo primero que encontramos es un pólipo protector llamado aspidozoide.
    - Después encontraremos un gastroziode.
    - En tercer lugar encontraremos un pólipo que se encarga de la excreción llamado cistozoide.
    - El cuarto lugar lo ocupa un filamento extremadamente largo llamado dactilozoide o filamento pescador:
      - Los dactilozoides se hallan como los demás pólipos colgando por debajo de la campana natatoria y presentan abundancia de cnidocistos.
      - Si tocan a una posible presa con, esta queda inmovilizada, y los dactilozoides comienzan a enrollarse y subir lentamente, de manera que los gastrozoides digieren la presa.
    - Por último encontramos un gonozoide reproductor.

  - Se trata pues de colonia polimórficas repetitivas

- Clase escifozoos:
  - Se diferencian porque a lo largo de su ciclo vital sólo presentan fase medusa, y en el caso de presentar fase pólipo, este será de escaso tamaño, y de vida corta.
  - La cavidad gástrica presenta tabiques o pliegues de origen ectodérmico.
  - Se trata pues de las auténticas medusas, las que todo el mundo conoce.
  - Son medusas acraspedotas.
  - Se puede distinguir la umbrela, que presenta una ingente cantidad de tentáculos.
  - La umbrela en este tipo de medusas no es lineal sino que presenta gran cantidad de invaginaciones, en cuyo interior hay órgano.
  - Por debajo de esto, encontramos 4 brazos ricos en cnidocistos, llamados brazos del manubrio, en el centro del cual está la boca.
  - En la parte dorsal distinguimos 4 gónadas, situadas de manera alterna a los brazos.
  - Observamos que por debajo se distinguen una serie de canales radiados , los pliegues gástricos, unidos por un canal periférico.
  - Si realizamos un corte, en un lado distinguiremos un corpúsculo marginal, que consta de 3 partes:
    - Fosa olfativa:
      - Invaginación que se usa para captar estímulos olfativos.

    - Fosa inferior:
      - Es una cavidad llena de cilios, en cuyo interior encontramos un fragmento de Carbonato cálcico, que se mueve y dependiendo del cilio que toque transmitirá una sensación de equilibrio.

    - Parte ocular:
      - Situada en la parte exterior permite captar estímulos de luz.

- Desarrollo de las medusas:
    - La medusa adulta presenta sexos diferenciados.
    - Las células reproductoras son enviadas al medio, donde se producirá la fecundación, que dará lugar a una larva plánula, recubierta de cilios, que nadará hasta fijarse al sustrato y dar lugar a un nuevo pólipo llamado escifostoma, que se va desarrollando, hasta que finalmente pierde el pie, y sus tentáculos crecen, hasta que finalmente se distinguen unos segmentos en el pólipo, observándose 8 tentáculos en cada segmento. Finalmente los segmentos se desprenderán y tendremos nuevas medusas.
- Estas medusas pueden medir desde los escasos 4mm hasta cerca de 2 m

- Clase cubozoos:
    - Sólo presentan fase medusa.
    - Viven en el trópico y tienen como característica diferenciadora que su umbrela es cuadrada.

- Clase antozoos:
    - Sólo poseen fase pólipo.
    - Su cavidad gástrica tiene tabiques endodérmicos.
    - Distinguiremos 2 grupos, dependiendo de su morfología externa:
        - Octocoralarios: con 8 tentáculos
            - 8 tentáculos pinados, con ramificaciones.
            - Son tentáculos que presentan músculos, incluso en las ramificaciones.
            - Al seguir los tentáculos llegamos a una zona llamada disco bocal.
            - El embudo que lleva hasta la boca es capaz de contraerse y expandirse, pero nunca se cierra al completo, sino que deja siempre el sifonoglifo.
            - Los tabiques nacen en la faringe y van hasta la base.
            - Estos tabiques vienen dados por invaginaciones del endodermo, dentro de las cuales encontramos la mesoglea.
            - En la parte central del pólipo encontramos que los tabiques son libres, y presentan gran cantidad de cnidocitos.
            - En la parte inferior encontramos unas gónadas de origen endodérmico, que se sitúan en la parte interior de los tabiques.
            - Poseen un esqueleto situado en la mesoglea:
                - Consta de 3 estructuras:
                    - Costillas:
                        - Se encuentra en la mesoglea que está en el interior de los tabiques.
                    - Muro:
                        - Une las distintas costillas entre sí.
                    - Epiteno:
                        - Se trata de un segundo círculo que se coloca en la parte externa de la mesoglea, este es el esqueleto externo, puesto que fuera de este sólo hay ectodermo

        - Hexacoralarios: 6n tentáculos.
            - Acostumbran a tener muchos tentáculos, pero siempre son lineales.
            - La cantidad de tentáculos que posean se corresponderán a la cantidad de cavidades que presente interiormente el organismo.
            - La faringe presenta 2 aperturas situadas en los lados contrarios.
            - Hay un grupo de tabiques que se conecta con la faringe, y entre ellos bastantes tabiques más pequeños.
            - En cada cámara interna se crearán 2 nuevos tabiques.
            - De cada tabique sale un filamento repleto de células urticantes.
            - Al realizar un corte observaríamos que los tabiques más largos se corresponden con los más viejos, y que estos son los que está conectados con la faringe.

- Arrecifes coralinos:
  - Se suelen formar en zonas (sub)tropicales.
  - Se suelen dar en zonas poco hondas del mar.
  - Se producen por asociaciones simbióticas de hexacoralarios, esponjas y algas.
  - Las algas realizan la fotosíntesis y expulsan por lo tanto anhídrido carbónico, que es aprovechado por los demás miembros de la asociación para formar sus esqueletos.
  - Existen 2 tipos de arrecifes coralinos:
    - Atolones:
      - Son característicos de los volcanes marinos provocados por la separación o intrusión de placas.
      - Si se produce en aguas relativamente calientes y poco profundas puede darse en los bordes de la isla formada por el volcán una acumulación de sedimentos coralinos, debido al peso de las cuales, la montaña submarina se va hundiendo hasta finalmente quedar sumergida totalmente.
      - Las sustancias coralinas forman una estructura circular, dejando en el centro de todas las sustancias un mar interior poco hondo, cuya profundidad va en aumento debido al peso creciente de los corales.
      - De todos los organismos que forman estos arrecifes sólo viven los de la parte superior.
      - El grosor de la capa de coral puede ir de entre 1000 a 1500 metros.

    - Barreras:
      - Se forman paralelas a la costa.
      - Se va formando por acumulación de sustancias coralinas en la línea menos profunda de la costa, hasta que finalmente estas sustancias salen del agua y quedan en la superficie, provocando una acumulación de sedimentación entre la barrera y la costa, de manera que finalmente esa zona queda llena de tierra.
      - Este proceso se va repitiendo hasta que finalmente se llega a una zona donde el desnivel es superior, y las sustancias coralinas ya no pueden vivir.
      - En esas zonas ganadas al mar hay grandes acumulaciones de carbonato cálcico debido a los esqueletos.

Tema 9: Acelomados

- Hay un cambio fundamental entre los organismos estudiados con anterioridad y los estudiados en este tema y en los siguientes, y es el paso de los organismos diblásticos a organismos triblásticos, lo que conlleva que estos organismos tendrán la primera posibilidad de poseer órganos y sistemas.
- Junto a ese cambio también se ha de destacar la evolución de la simetría radial presente en esponjas y cnidario a la simetría bilateral que imperará a partir de ahora, y que en la mayoría de los casos conllevará el desarrollo de una parte cefálica diferenciada, en un proceso llamado cefalización:
    - El proceso de cefalización conlleva la capacidad de realizar un movimiento dirigido de manera voluntaria.
    - Por lo tanto ahora los estímulos que el animal tenga delante serán más importantes que los que tenga detrás.
    - Los órganos y estructuras de la visión y de los sentidos se concentran en la parte cefálica, situada en la parte anterior del cuerpo.
    - También en esa zona se acostumbran a situar los órganos captadores de alimentos.

- Dentro de los triblásticos diferenciamos 3 grupos:
    - Acelomados
        - Dentro de los acelomados existen numerosos tipos:
            - T. Platelmintos:
                - Cl. Turbelarios
                - Cl. Trematodos
                - Cl. Cestodos
            - T.Nemertinos.
            - T. Gnastostomúlidos.
    - Pseudocelomados
    - Celomados
- Estudiaremos específicamente los Platelmintos.
- Definición de Platelmintos:
    - Se trata de metazoos triblásticos, con simetría bilateral, cuyo cuerpo está organizado en órganos y sistemas.
    - Son acelomados, es decir, que entre la pared del cuerpo y el tubo digestivo no encontramos ninguna cavidad, este espacio está lleno de parénquima, que se podría comparar con la mesoglea de esponjas y cnidarios.
    - Dentro del parénquima podemos encontrar:
        - Células musculares
        - Células mesenquimáticas
        - Neoblastos
        - Células glandulares
        - Cromatóforos
    - El parénquima desempeña una doble función:
        - Sirve de esqueleto, es decir, otorga consistencia al animal.
        - Desempeña un importante papel en la circulación de los metabolitos.
    - Platelminto quiere decir exactamente gusano plano, ya que estos metazoos poseen una morfología típica, ya que son vermiformes, planos, es decir, aplastados dorsoventralmente.
    - Su tamaño va de unos escasos milímetros hasta algunos metros, aunque la mayoría miden algunos milímetros.
    - Podemos encontrar platelmitnos de vida libre, que suelen ser acuáticos, pero se puede encontrar alguno en el medio edáfico.
    - Hay también una gran parte que son parásitos, tanto endoparásitos, la mayoría, como ectoparásitos.
    - Carecen de aparato circulatorio y de aparato respiratorio.
    - La respiración se hace a través de la piel.
    - Carecen de cualquier tipo de circulación.
    - El aparato digestivo suele ser relativamente sencillo, en forma de saco ciego, con un solo orificio anal.
    - El sistema excretor está compuesto por células flamígeras o protonefridios.

- El sistema nervioso consta de una masa ganglionar cefálica y diversos cordones longitudinales.
- En cuanto al sistema reproductor puede tratarse de hermafroditas o monoicos.
- La autofecundación es infrecuente.
- Se suele dar una fecundación cruzada y recíproca.
- El desarrollo post-embrionario depende del ciclo de vida que siga la especie:
    - Las especies libres presentan ciclos relativamente sencillos.
    - Las especies parásitas tienen ciclos complejos.

- Existen diversas teorías acerca del origen de los platelmintos.

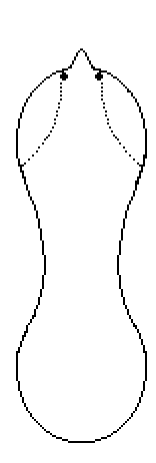
    - EXISTE LA POSIBILIDAD DE QUE SE DESARROLLASE A PARTIR DE LA LARVA PLÁNULA DE CNIDARIOS O ESPONJAS.
    - CABE LA POSIBILIDAD QUE PROVENGA DE UN GRUPO DE PROTOZOOS
    - PROVIENE DE LOS ANIMALES CELOMADOS, DE LOS ANÉLIDOS CONCRETAMENTE.

- Estas teorías conllevarían los siguientes puntos:

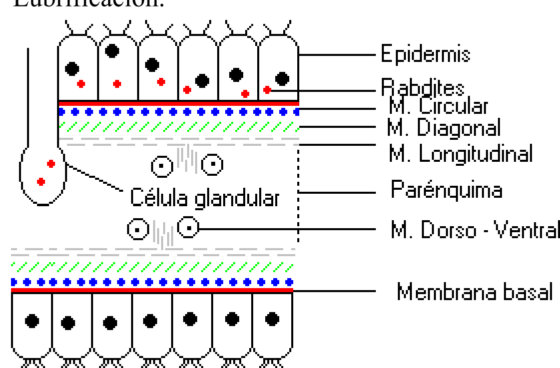
    - EN CASO DE SER LA PRIMERA OPCIÓN, ESTO CONLLEVARÍA QUE TODOS LOS METAZOOS TENDRÍAN UN MISMO ANTEPASADO COMÚN, LO QUE IMPLICARÍA QUE LOS METAZOOS SERÍAN UN GRUPO MONOFILÉTICO, QUE COMPARTE UNA MISMA LÍNEA EVOLUTIVA.
    - EN CASO DE CONFIRMARSE LA SEGUNDA TEORÍA, ESTO CONLLEVARÍA QUE LOS METAZOOS SERÍAN UN GRUPO POLIFILÉTICO, QUE SEGUIRÍA COMO MÍNIMO 2 LÍNEAS EVOLUTIVAS.
    - LA TERCERA OPCIÓN ES LA MENOS APOYADA, YA QUE CONLLEVARÍA UN RETROCESO EVOLUTIVO, QUE NO SE DA.

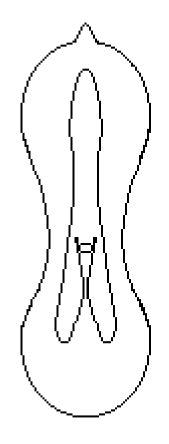
- Cada día cobra pues más fuerza la opción que afirma que los acelomados provienen de un tipo de protozoos.

- Cl. Turbelarios:
    - Se trata de gusanos planos, también se les conoce como planarias.
    - Estructura:



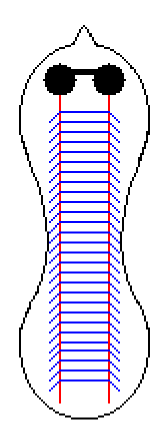
        - Algunas especies presentan lóbulos llamados aurículas, que pueden estar resaltadas mediante unas depresiones en su base, donde se concentran los órganos sensoriales.
        - En la región cefálica podemos distinguir 2 ojos simples.
        - Podemos encontrar también en esa región ventosas o tentáculos.
        - Algunas especies pueden presentar ventosas en su zona inferior.
        - Todas las células de la epidermis están perfectamente diferenciadas, y presentan cilios, que son más abundantes en la parte ventral del organismo.
        - Después de la epidermis encontramos la membrana basal, después de la cual encontraremos 3 capas de musculatura, circular, diagonal y longitudinal.
        - Tanto en las células de la epidermis, como en las células glandulares encontramos unas sustancias llamadas rabdites, que al ser expulsadas al exterior se deshacen y desempeñan 2 funciones:
            - Protección
            - Lubrificación.





- Aparato digestivo:
  - Encontramos un solo orificio situado en la zona media del cuerpo, el vientre.
  - Después de la boca encontramos una faringe evaginable, musculosa, y succionadora.
  - Muchas planarias son carnívoras, que se alimentan del alimento, al igual que las que no lo son, colocándose encima de la presa, liberando después enzimas que comenzarán a digerir a la presa de manera externa.
  - Se trata de un intestino ciego.
  - El intestino puede presentar distinta formas:
    - Ser un solo saco.
    - Presentar 3 sacos: 1 dirigido hacia delante y 2 hacia detrás.
    - Presentar 3 sacos: 1 dirigido hacia delante y 2 hacia detrás, pero presentado pliegues en las paredes del intestino.

- Aparato excretor
  - El aparato excretor en las planarias se compone las células flamígeras o protonefridios.
  - Cada célula flamígera consta de 2 células.
  - Las sustancias a excretar son impulsadas por flagelos, que dan nombre a las células.
  - En los turbelarios encontramos a cada lado del individuo un colector al que dan las células flamígeras, con diversos orificios para expulsar las sustancias a excretar.
  - La función de estos conductos es tanto la de excreción como la de la regulación osmótica.
  - Los compuestos de excreción nitrogenados son expulsados directamente por la piel.



- Sistema nervioso
  - De la masa ganglionar cerebral sale un número variado de cordones nerviosos longitudinales que están conectados entre sí por una serie de comisuras transversales.
  - Los órganos de los sentidos están bien desarrollados y se sitúan en la parte cefálica.
  - Los órganos sensoriales que suelen presentar son:
    - Ojos
    - Receptores táctiles
    - Quimioreceptores
    - Pueden presentar órganos del equilibrio
    - Pueden tener también receptores que informan al organismo tanto de la fuerza como de la dirección del caudal acuático.

- Sistema reproductor
  - Se trata de gusanos hermafroditas.
  - El sistema reproductor masculino presenta gran cantidad de testículos, distribuidos en 2 espermiductos que desembocan en la vesícula seminal.
  - En el interior del bulbo del pene encontramos un pene, que puede presentar un estilete o estructura perforadora, que puede ser extraída por el atrio, ya que se trata de una estructura evaginable.
  - Algunas especies pueden tener más de un pene, de los cuales sólo uno servirá para la copula.
  - Los turbelarios pueden realizar la cópula uniendo ambos orificios genitales, de manera normal, pero en caso de que no se puedan enfrentar ambos orificios, el pene puede penetrar en cualquier lugar del organismo, atravesando la piel, gracias a la estructura perforadora que tienen, en el caso de darse de este modo, se llamará impregnación hipodérmica, y los espermatozoides se verán obligados a migrar a través del parénquima en dirección a los órganos reproductores femeninos.
  -

- El sistema reproductor femenino presenta una cantidad de ovarios variable, pero siempre es menor que el número de testículos.
- Cada ovario desemboca en un oviducto donde desembocan vierten su contenido diversas glándulas vitelinas, y que finalmente conduce a un útero, que tiene dos salidas: por un lado el receptáculo seminal, y por el otro el gonoporo.
- Dependiendo de la posición del vitelo podemos distinguir entre:
  - Ectolecíticos:
    - El vitelo está en células ajenas al huevo fecundado.
  - Endolecíticos:
    - El vitelo está en el mismo huevo fecundado.

- Biología de los turbelarios
  - Se ha de tener en cuenta tanto la estericidad como la euricidad de los turbelarios:
    - **CADA ESPECIE PRESENTA UNAS DETERMINADAS CARACTERÍSTICAS DE TOLERANCIA DE LAS VARIACIONES DE LOS FACTORES AMBIENTALES.**
      - Esteno-: poco tolerante
      - Euri-: muy tolerante
  - Esos factores determinan tanto el tipo de vida del turbelario como su manera de reproducirse.
  - En los turbelarios encontramos 2 tipos de reproducción:

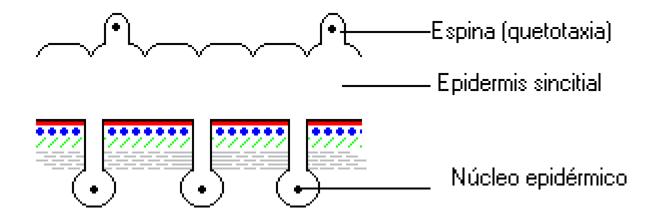
    - **REPRODUCCIÓN ASEXUAL:**
      - Arquitomia:
        - En un individuo adulto se va produciendo un estrechamiento del individuo, hasta formarse un nuevo individuo que estará unido al original. Ambos individuos repetirán este proceso, hasta finalmente dar lugar a muchos individuos, que se separarán. Mientras están unidos se denomina a cada individuo zooide.

      - Paratomía:
        - En primer lugar se produce un crecimiento del individuo, para finalmente constreñirse y dar lugar a nuevos individuos.

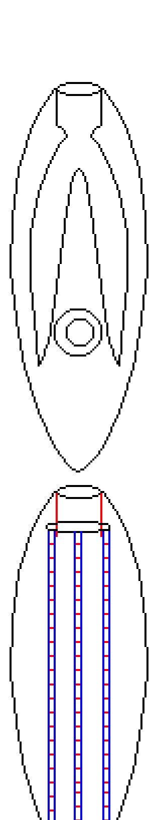
      - **ESTOS DOS PROCESOS BASAN SU FUNCIONAMIENTO EN LA PRODIGIOSA CAPACIDAD DEL TURBELARIO PARA REGENERARSE.**

    - **REPRODUCCIÓN SEXUAL:**
      - Se trata de una reproducción recíproca, es decir, ambos individuos la realizan a la vez.
      - Muchas especies van alternando ambos tipos de reproducción, en muchos casos debido a la estacionalidad.
      - Distinguimos 2 tipos de huevos:
        - Solitarios:
          - Presentan una cascara fina, y poco después de la fecundación se rompen y sale el nuevo individuo.
          - Se dan en fecundaciones de primavera o verano, es decir en estaciones favorables.
        - Latentes:
          - Tienen una cascara más dura y puede pasar más tiempo hasta que nazca el nuevo individuo, generalmente hasta las estaciones favorables.
          - Se dan en estaciones desfavorables, verano tardío y otoño.
    - Desarrollo postembrionario:
      - En muchos casos es un proceso de rotura de huevo, aparición de un turbelario pequeño, es decir no es común el paso por estadios larvarios.

- Cl. Trematodos
  - La mayoría son parásitos y siguen ciclos vitales muy complejos.



  - Estructura:
    - En la superficie externa del cuerpo de los trematodos encontramos pocas estructuras dignas de mención.
    - En un extremo del trematodo encontramos la ventosa oral o apical, en el centro de la cual podemos encontrar la boca, y cuya utilidad es la de mantener al organismo unido al huésped.
    - En la parte ventral podemos encontrar otra ventosa, donde también se puede abrir la boca.
    - No tienen órganos sensoriales desarrollados, debido a su vida parásita.
    - En la epidermis poseen unas espinas cuya distribución y número recibe el nombre de quetotaxia.
    - La epidermis es sin cilios, y no se aprecia separación entre las células, es decir, no presentan separación clara entre ellas, de ahí que ese trate de una epidermis sincitial.
    - La cara externa presenta microvilli, que sirven tanto para aumentar la superficie de absorción de alimentos como para proteger al individuo de los enzimas digestivos del huésped.
    - Los núcleos de las células de la epidermis están situados en invaginaciones de la epidermis que llegan hasta el parénquima.
    - Presenta idéntica estructura muscular que los turbelarios.



  - Aparato digestivo:
    - La boca suele estar situada en la ventosa oral, donde encontramos una faringe aspiradora y musculosa, pero en este caso no evaginable.
    - Después de la boca encontramos 2 sacos intestinales ciegos, por lo que no hay orificio anal.
    - En caso de que la boca esté en la ventosa ventral, el acetábulo, el intestino será muy reducido y único.

  - Sistema nervioso:
    - Encontramos una masa ganglionar periesofágica, de la cual salen parejas de cordones longitudinales, entre los cuales hay comisuras transversales.

  - Aparato excretor:
    - El sistema excretor es protonefridial, con los protonefridios divididos en 2 grupos, que van lanzando las sustancias a excretar en unos colectores que desembocan en un único orificio.

- Aparato reproductor:
  - Se trata de gusanos hermafroditas.
  - El sistema masculino es relativamente sencillo, presentando únicamente un par de testículos, a pesar de que puede haber especies que presenten más o menos.
  - Uno de los testículos es llamado por su posición testículo anterior y el otro es el testículo posterior.
  - En el sistema femenino encontramos un solo ovario.
  - Cerca del ootipo y saliendo del oviducto encontramos el canal de Lauren, que es en realidad una vagina vestigial, mayoritariamente ciega, pero que en ocasiones puede abrirse al exterior.
  - El ootipo está rodeado por la glándula de Mehlis, que segregará la cáscara de los huevos.
  - Al ootipo llega el conducto vitelino, que recoge las sustancias vitelinas de las glándulas situadas anexas a él.
  - El útero es un conducto es un conducto largo y sinuoso que acaba en un orifico genital único, que se abre a nivel del acetábulo.
  - Los huevos de los trematodos son ectolecíticos.
  - Los trematodos son como ya se ha dicho animales parásitos que requieren parasitar a algún otro animal para sobrevivir.
  - Debido a que para completar su ciclo vital han de parasita a más de 2 animales se le conoce como animales heteroxenos.
  - Dependiendo de la cantidad de animales parasitados distinguimos entre:
    - Diheteroxenos: necesitan 1 intermediario y el huésped definitivo.
    - Triheteroxenos: necesitan 2 intermediario y el huésped definitivo.
    - Tetraheteroxenos: necesitan 3 intermediario y el huésped definitivo.
  - A lo largo de todo el ciclo podemos distinguir diferentes fases:

    - Después de la reproducción sexual se forman huevos, que al romperse dejan libres las larvas miracidias, que poseen cilios que les permiten desplazarse de manera activa.
      - Típico de esta larva:
        - En un extremo de la larva encontramos un estilete o estructura penetrante, junto con unas glándulas que segregan enzimas citolíticos.
        - Los sistemas nervioso, excretor,... excepto el digestivo, están ya desarrollados.

    - La larva miracidia sufre después una metamorfosis y pasa al estado de esporocisto, que es en realidad un saco germinal, en cuyo interior podemos encontrar organismos que o bien pasarán a la siguiente fase o bien repetirán esta fase un número indeterminado de veces, en cuyo caso estaremos en un tipo de reproducción asexual. El esporocisto no tiene sistema digestivo.

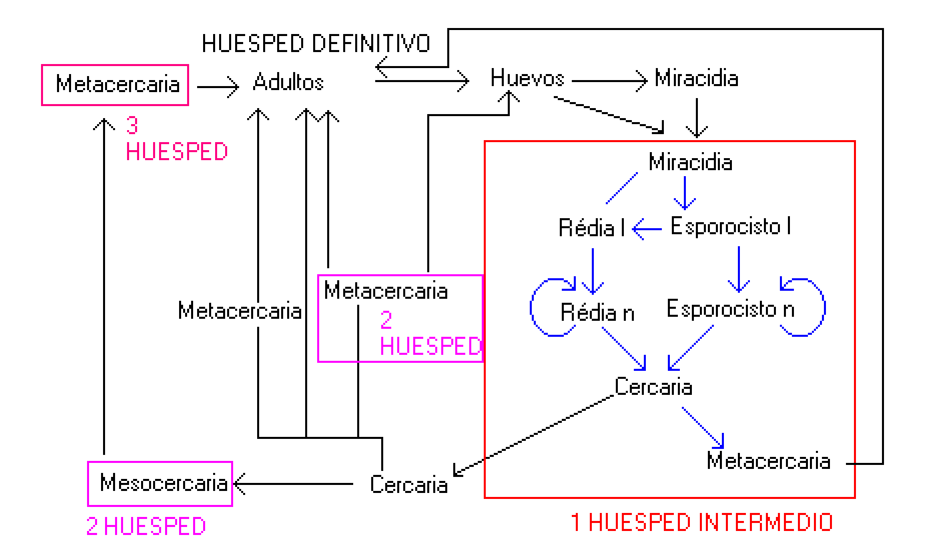
    - Del esporocisto pasamos a la rédia, otro saco germinal, que al igual que el esporocisto puede dar lugar a organismos que repitan esta fase o que pasen a la siguiente. Al igual que el esporocisto es un tipo de proliferación asexual. En esta fase comienza a desarrollarse el sistema digestivo.

    - De la rédia pasamos a la larva cercaria, que presenta un medio de locomoción, y que es ya un tipo de individuo juvenil.

    - La larva cercaria se transforma en la larva metacercaria, que pierde el sistema locomotor, pero desarrolla el aún inútil sistema reproductor. Tiene la capacidad de enquistarse.

    - Entre ambas etapas puede existir otra, en la que la larva se denomina mesocercaria.

CICLO VITAL DE UN TREMATODO



- Primer huésped intermediario:
  - Infestación pasiva:
    - Se produce por la ingestión de los huevos, que se abren en el tubo digestivo dando lugar a la larva miracidia, que se va a alojar al hepatopáncreas.
  - Infestación activa:
    - El huevo se abre en el agua, el miracidio sale nadando. → gracias al estilete y a los enzimas citolíticos penetra a través de la piel, ya sea del mantel, del pie o del tentáculo y se dirige al hepatopáncreas.
  - En el hepatopáncreas el miracidio se transforma en un esporocisto, que se metamorfoseará en una rédia, y que dará lugar a larvas cercarias, que entrarán en el torrente circulatorio, para buscar una salida del huésped. Las salidas típicas son a través del ano o del pneumostoma u orificio pulmonar. A partir de ahí las larvas están en el agua, en busca de su siguiente huésped.

- 2 huésped intermedio:
  - La infestación se puede hacer al igual que en el caso anterior de 2 maneras:
    - Activamente:
      - La larva se introduce por la piel o por orificios naturales.
    - Pasivamente:
      - Por la ingestión de la larva.
  - En los animales invertebrados se aloja en:
    - Cavidad corporal, riñón, o el sistema nervioso. En cualquiera de estos lugares pasará a ser una metacercaria.
  - En los animales vertebrados se puede alojar en la musculatura, que es donde se forma la metacercaria. Es relativamente usual que este huésped sea un pez.

- Huésped definitivo:
  - La infestación del huésped definitivo dependerá del tipo de ciclo vital del trematodo:
    - Los diheteroxenos pueden infestar o bien por la vía pasiva o por la activa.
    - Tanto los tri- como los tetraheteroxenos infestan siempre por la vía pasiva.
  - La metacercaria se puede alojar finalmente en:
    - Diferentes partes del tubo digestivo, hígado, páncreas, pulmones, aparato circulatorio, ojos,...
  - Una vez se ha instalado en alguna parte del organismo parasitado, se transforma en el organismo definitivo que se reproducirá sexualmente.
  - Los huevos serán expulsados, ya sea a través de las heces,... ; y el ciclo volverá a empezar.

- Cl. Trematodos
  - Sub. Cl. Digeneos:
    - Es la clase más abundante.
    - Podemos encontrar:
      - *Clonorchis sinensis:*
        - Huésped definitivo: hombre, perro, gato y otros vertebrados.
        - Se suele alojar en los canales hepáticos y puede producir por lo tanto una cirrosis severa que puede llegar a causar la muerte del individuo.
        - La expulsión de los huevos es mediante las heces.
        - La infestación del primer huésped es pasiva, es decir se da una ingestión.
        - En el hepatopáncreas se forma la larva cercaria que abandona al huésped, y que comienza la búsqueda de un huésped secundario que en este caso es un pez al que infestará de manera activa situándose bajo sus escamas, donde se enquista.
        - Al llegar al tubo digestivo del huésped definitivo se dirige al hígado.

      - *Schistosoma*
        - Se trata de especies que presentan los géneros separados.
        - El huésped definitivo suelen ser: roedores, primates, hombre y otros vertebrados.
        - Los individuos se suelen encontrar en capilares que irrigan el intestino.
        - La expulsión de los huevos se suele dar con las heces, y estos huevos al caer al agua se rompen y liberan las larvas miracidias que partirán a la búsqueda del primer huésped, es decir, la infestación se produce de manera activa.
        - En el caracol aparecen las cercarias, que nadarán activamente hasta encontrar un huésped definitivo, al que infestarán de manera activa a través de la piel, y una vez hayan llegado al corriente sanguíneo se dirigirán a uno o a otro lugar.
        - Encontramos 3 especies típicas:

          - *S. mansoni*
            - Se alojan en los capilares del intestino grueso.
            - Los huevos pueden provocar una ulceración de la pared intestinal, que puede provocar hemorragias y diarreas.

          - *S. japonicum*
            - Se alojan en los capilares del intestino delgado.
            - Los huevos pueden provocar una ulceración de la pared intestinal, que puede provocar hemorragias y diarreas.

- *S. haematobium*
  - Viven en los capilares de la vejiga.
  - Se produce una ulceración de la vejiga que conlleva hemorragias y hematurias, es decir, micción dolorosa.
  - Los huevos se pueden dispersar y llegar incluso al hígado donde pueden provocar una cirrosis severa.

- Cl. Cestodos.
  - Se trata de platelmintos que suelen parasitar el tubo digestivo de los vertebrados, un ejemplo de estos organismos lo encontramos en la tenia.
  - Son animales estrictamente adaptados a la vida de parásitos.
  - Carecen de sistema circulatorio y respiratorio, incluso de digestivo, ya que su alimentación se produce directamente a través de la piel de los productos que ingiere el huésped al que parasitan.
  - Sus dimensiones son muy variadas, desde unos escasos mm hasta los 15 m
  - En el cuerpo de un cestodo distinguimos 3 partes:

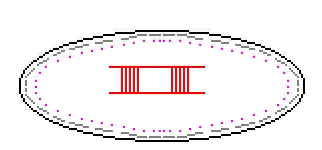
    - Región cefálica o escólex:
      - En esta región podemos encontrar ventosas, espinas, ganchos,... cualquier estructura que permita al cestodo fijarse al individuo que está parasitando.
      - Se ha de destacar el rostel.

    - Cuello no dividido
      - Está formado por células embrionarias con una gran capacidad de división de manera que a partir del cuello se puede formar la tercera parte.

    - Estróbilo
      - Sucesión de unidades corporales, vienen a ser anillos, denominados de manera individual proglótides, estando los más jóvenes más cercanos al cuello del individuo.
      - Cada una de estas estructuras presenta estructuras reproductoras femeninas y masculinas.
      - Según el grado de maduración del aparato reproductor distinguimos entre 3 tipos de proglótides:
        - Inmaduras, si no es funcional.
        - Maduras, si es funcional.
        - Grávidos, si ya ha sido fecundado y está lleno de huevos.

      - Aunque el número de proglótides suele ser alto, es constante y fijo por especie, de manera que las proglótides que son más viejas se van desprendiendo.
      - Distinguimos diferentes estados en los que se libera una proglótide:
        - Cuando el útero está lleno de huevos.
        - El útero ha sido fecundado, pero en el momento de desprenderse está ya vacío.
        - En el momento en que se desprende aún no ha sido fecundada.
        - Se desprende la proglótide cuando aún es inmadura.

  - Tegumento.
    - Es muy similar al de los turbelarios.
    - Se trata de una epidermis sincitial, aciliada y con microvellosidades, encima de las cuales podemos encontrar polisacáridos que actúan como mucosa protectora contra los enzimas digestivos.
    - Por debajo de la epidermis y junto a la membrana basal encontramos los tres tipos de musculatura.
    - A parte de esta musculatura, encontramos en el parénquima otra musculatura que los divide en 2 secciones.
    - La parte interna de esa musculatura es el parénquima medular, o médula, mientras que la externa es el parénquima cortical, o córtex.

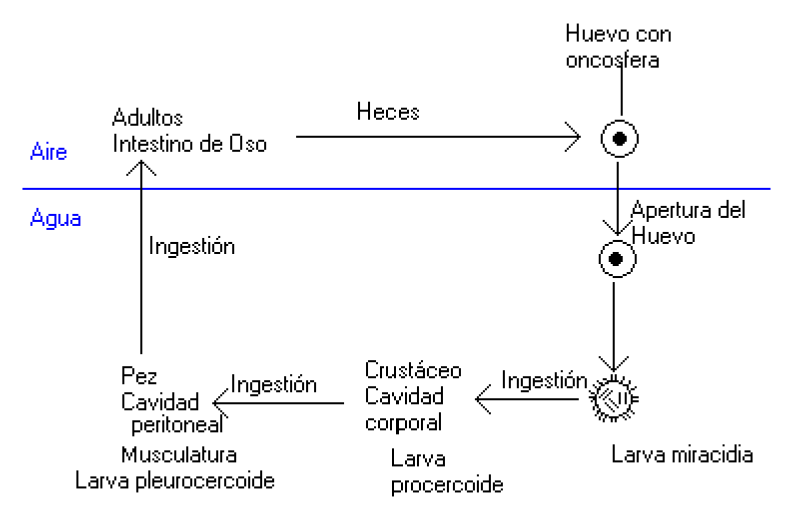


- Aparato excretor:
    - Cada proglótide contiene un número bajo de protonefridios, que vierten las sustancias a excretar en unos canales situados en los laterales de la proglótide, y que surcan de inicio a fin al organismo, uniéndose al final de cada proglótide.
    - En la última proglótide estos dos canales se abren al vacío.

- Sistema nervioso
    - El sistema nervioso es similar al de los trematodos.
    - Encontramos una masa ganglionar cefálica situada en el escólex, de la que salen longitudinalmente cordones tanto hacia delante como hacia atrás, existiendo entre ellos comisuras transversales.
    - Carecen de estructuras sensoriales diferenciadas.
    - Por el contrario tienen muy bien desarrollado el sistema reproductor.

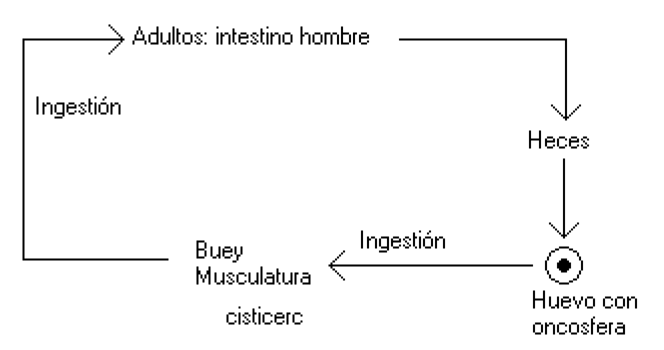
- Sistema reproductor.
    - El sistema reproductor masculino presenta un elevado número de testículos, de cada uno de los cuales sale un canal eferente que desemboca en un espermiducto común. Encontramos 2 vesículas seminales. Al final de todo el aparato encontramos una bolsa, llamada atrio genital, que en su interior contiene un cirro copulador, que es evaginable.
    - El aparato reproductor femenino presenta un solo ovario, del que sale un breve oviducto, que se dilata en forma de ootipo, del cual salen 2 nuevos conductos, que conducen al útero y al atrio genital.
    - Cada proglótide tiene únicamente una sola cavidad sexual.
    - Úteros podemos encontrar de dos tipos: ciegos, o bien con una cavidad para la puesta llamada tocostoma.
    - Al igual que en los trematodos la glándula de Mehlis es la encargada de crear la cáscara de los huevos.
    - Se trata de reproducción sexual, en la mayoría de los casos proterandria, ya que las diferentes células sexuales maduran a diferente tiempo.
        - Proterandria: si primero maduran los espermatozoides y después los óvulos.
        - Proteroginia: si primero maduran los óvulos y después los espermatozoides.
    - Podemos encontrar dos tipos de fecundación:
        - Cruzada:
            - Se da entre 2 proglótides de 2 individuos distintos.
            - Se puede dar una impresión hipodérmica si el cirro copulador no coincide con la cavidad genital, en cuyo caso atraviesa la piel y los espermatozoides se ven obligados a migrar.
        - Autofecundación
            - Dentro de la misma proglótide
            - Entre proglótides diferentes de individuos diferentes.
    - El resultado final es la producción de huevos que se guardan en el útero, dando lugar a que a esa proglótide se la llame grávida.
    - Los huevos pueden ser duros o blandos, incluso pueden ser huevos operculados.
    - La liberación de los huevos se puede dar mediante el tocostoma o la rotura de la pared de la proglótide.

- *Diphillobutrium latum*
  - Ciclo triheteroxeno acuático



  - En el interior del huevo está la oncosfera.
  - Cuando llega al agua, el opérculo del huevo se abre, dejando libre a la larva ciliada, que a partir de ese punto sigue un ciclo de infestación pasiva para infestar a sus tres huéspedes.

- *Taenia saginata*
  - Ciclo diheteroxeno terrestre.



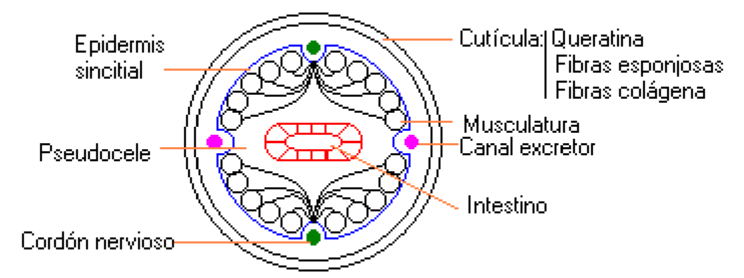
  - Los adultos infestan a los vertebrados, entre ellos el hombre.
  - Los huevos con oncosfera se expulsan con las heces e infestan la hierba, de donde son ingeridos por el primer huésped, por el que se distribuyen a través de la sangre, dando lugar a los cisticercos.
  - Finalmente llegan al huésped definitivo, donde al llegar al intestino se pierde la envoltura y se evagina el escólex.

Tema 10: Pseudocelomados.

- Se trata de una agrupación polifilética.
    - T. Rotíferos
    - T. Kinorrincos
    - T. Nematodos
    - T. Nematomofos
    - T: Acantocéfalos
    - T. Endoproctos
    - T. Loricíferos

- Se trata de organismos triblásticos, con simetría bilateral, y protostomos.
- Todos presentan una cavidad pseudocelómica cuyo origen es el blastocele
- Carecen de aparato respiratorio y circulatorio.
- Su sistema nervioso presenta una más ganglionar cefálica, y forma un anillo alrededor del tubo digestivo del cual salen cadenas nerviosas de manera longitudinal.
- Se suele tratar de especie que presentan los sexos separados.
- El desarrollo postembrionario puede ser o bien directo, o bien complejo, presentando de manera más usual fases larvarias.
- Hay una constancia en el número de células de individuo, es decir cuando nacen ya tienen todas las células, y el crecimiento sólo implica un aumento del tamaño de estas, no una proliferación.

- T. Nematodos
    - Hay alrededor de 500.000 especies descritas, pero se estima que puede haber cerca del doble.
    - Hay de todos los tipos de vida, ya sea libre o parásita, o ya sea depredador,...



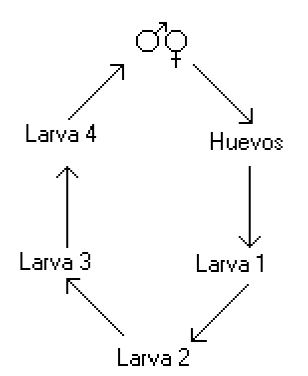
    - La cutícula es una capa flexible que está formada por varias capas:
        - La capa fina es de queratina
        - La capa más gruesa es de fibras esponjosas.
        - La capa de un grosor intermedio es de fibras de colágena.
    - La epidermis presenta 4 invaginaciones en los laterales dejando espacio para permitir el paso tanto de los cordones nerviosos como de los canales excretores.
    - Por debajo de esta epidermis encontramos la típica membrana basal.
    - Podemos distinguir una capa de musculatura longitudinal situada por debajo de la membrana basal, de cuyas células surgen fibras que se unen con los cordones nerviosos.
    - Se podría pensar en los nematodos como "un tubo dentro de otro tubo".
    - El espacio entre el intestino y la membrana basal es lo que se conoce como pseudocele, que esta repleto de fluidos.
    - Utilidad del pseudocele:
        - Sirve de vía metabólica, ya que a través de los fluidos se pueden transportar metabolitos
        - Sirve como elemento esquelético, ya que da consistencia al cuerpo e interviene en el movimiento.
    - El movimiento de los nematodos viene dado por contracciones de los músculos, y está favorecido por la flexibilidad de la cutícula y por los cambios de presión de los fluidos contenidos en el organismo.

- Aparato digestivo
  - Los nematodos tienen una boca situada en la parte cefálica, situada en la parte anterior, en la zona conocida como zona bocal, donde podemos encontrar estructuras muy diversas: Labios, tentáculos, papilas, mandíbulas, estiletes perforantes,...
  - La presencia de estas estructuras depende sobre todo de los hábitos alimenticios.
  - Una vez pasada la boca encontramos una faringe musculosa y succionadora, detrás de la cual podemos encontrar un esófago.
  - Una vez pasadas estas estructuras llegamos al intestino que desemboca a su vez en un orificio:
    - En las hembras se trata del orifico anal, donde sólo desembocan las sustancias de excreción.
    - En los machos es el orificio conocido como cloaca, donde además de las sustancias de excreción desembocan también las sustancias genitales.
  - Funcionamiento de la faringe:
    - La faringe es una estructura muy compleja, cuyas paredes son extremadamente musculosas.
    - Al contraerse dicha musculatura, la boca succiona, porque el paso al intestino está cerrado.
    - Una vez ya se ha introducido en la boca el alimento, la boca se cierra y se abre el paso al intestino, consiguiendo que todo pase a este.

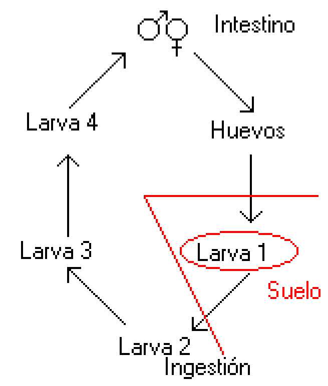
  - Sistema excretor
    - Está formado por pocas células, 2 o 3 normalmente.

- Sistema nervioso.
  - Encontramos como ya hemos dicho una masa ganglionar cefálica y un anillo periesofágico del que surgen 2 cordones longitudinales, uno ventral y otro longitudinal.
  - Los órganos sensoriales suelen estar bien desarrollados y pueden ser: ocelos, quetas u estructuras quimioreceptoras (anfidios, en la cabeza, o fasmidios, en la paste posterior).

- Aparato reproductor:
  - Algunos nematodos presentan un cierto dimorfismo sexual, ya que los machos tienen la cola más corta y más enrollada, mientras que la hembra tiene la cola más larga y más estirada.
  - Los machos suelen presentar 2 testículos, aunque en ocasiones pueden tener sólo 1, de cada uno de los cuales sale un canal eferente que lleva al canal deferente o espermiducto. En ocasiones podemos encontrar también una vesícula seminal. Desemboca en la cloaca, donde podemos encontrar estructuras muy variadas, según la especie: canal eyaculador, más o menos evaginables, governáculo y espículas...
  - Las hembras pueden presentar solo 1 ovario, aunque lo más usual es que sean 2, de los cuales salen 2 oviductos que desembocan en el útero, que pude tener un tamaño variable, si tiene como función posterior almacenar huevos. Por último encontramos un receptáculo seminal.
  - La reproducción se suele realizar por cópula, el macho se enrolla alrededor de la hembra, dando como resultado la fecundación de huevos.
  - De cada huevo sale una larva que va sufriendo un cambio de cutícula o mudas y va pasando por 4 diferentes estados larvarios hasta llegar a ser un adulto.

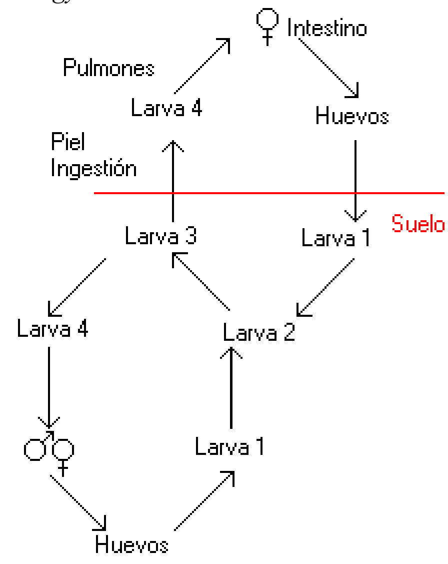


- *Enterobius*



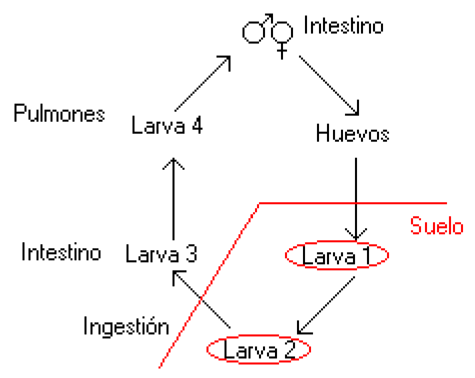
  - Es el típico gusano intestinal.
  - El primer estado larvario se forma en el interior del huevo.
  - Se expulsa con las heces.

- *Strongyloides stercolaris*



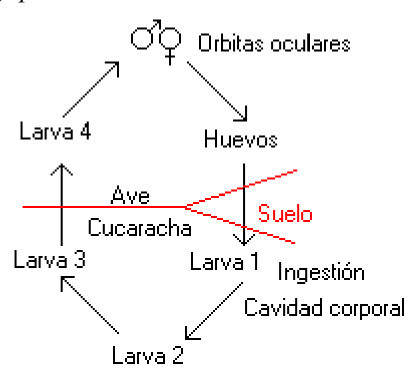
  - En el intestino sólo podemos encontrar hembras adultas.
  - Se reproducen por partenogénesis, es decir no tienen necesidad de machos.
  - Los huevos se expulsan por las heces.
  - Sigue un desarrollo normal hasta la larva 3, donde puede seguir 2 caminos:
    - Podrá seguir hasta la larva 4, dando como resultado 2 sexos separados, proceso que se podrá repetir tantas veces como sea necesario.
    - O bien por ingestión o por penetración por la piel entrará en el organismo y se dirigirá a los pulmones, donde se desarrollará hasta que finalmente la hembra viva en el intestino.

- *Ascaris lumbricoides*



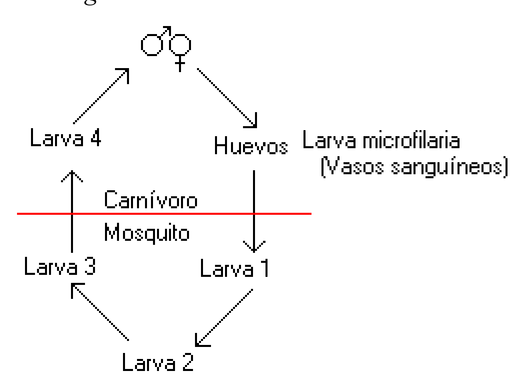
- Parasitan el intestino,
- Causan molestias y en algunos casos pueden provocar una perforación intestinal.
- Ponen gran cantidad de huevos.
- Las larvas 1 y 2 se desarrollan en el interior del huevo.
- Infestan al huésped por ingestión.
- La larva 3 va al aparato respiratorio, donde se transforma en la larva 4, que volverá al sistema digestivo, para pasar al intestino.

- *Oxyspiruro*



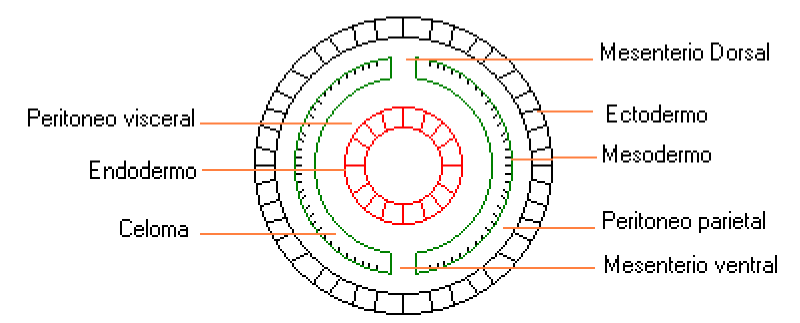
- Parasitan las órbitas oculares de los pájaros.
- Los huevos pasan al digestivo a través de los lagrimales.
- Los huevos no eclosionan y forman la primera larva hasta ser ingeridos por una cucaracha, donde se desarrollará hasta la larva 3, momento en el que se enquistará.
- Un pájaro se come a la cucaracha, y la larva se libera y se dirige a las órbitas oculares para culminar su desarrollo.

- *Brugia*



- Se las conoce también como filarias.
- Los individuos adultos se sitúan en el sistema linfático.
- Los huevos dan lugar a una larva conocida como larva microfilaria que va por la sangre.
- Un mosquito que ataque al organismo infectado absorberá las larvas, que continuarán su desarrollo hasta la larva 3, momento en el que el mosquito picará a otro organismo y las larvas pasarán al organismo, y completarán su desarrollo.
- La presencia de estos organismos puede provocar en los huéspedes una enfermedad conocida como elefantiasis.

Tema 11: Moluscos.



- Peritoneo parietal: Asociación entre la pared del cuerpo y el mesepitelio.
- Peritoneo visceral: Asociación entre el endodermo y el mesepitelio.
- Hay 2 canales que unen estos 2 peritoneos, que son los llamados mesenterios, y están situados de manera dorsal y ventral.
- La cavidad celomática está divida en dos partes, en ella encontramos líquidos, metabolitos, y en ocasiones alguna célula.

- **FUNCIONES DEL CELOMA:**

  - **1. VÍA DE TRANSPORTE:**
    - **EN OCASIONES EL MESEPITELIO PUEDE SER CILIADO, LO QUE PROVOCA LA EXISTENCIA DE CORRIENTES EN EL INTERIOR DEL CELOMA.**

  - **2. VÍA EXPULSORA DE LAS CÉLULAS SEXUALES:**
    - **EXISTEN GRUPOS DONDE NO ENCONTRAMOS CONDUCTOS ESPECIALIZADOS EN LA EVACUACIÓN DE LAS CÉLULAS SEXUALES, DE MANERA QUE LAS GÓNADAS SE SITÚAN JUNTO AL PERITONEO VIERTEN SU CONTENIDO EN LA CAVIDAD CELÓMICA, DE MANERA QUE SERÁN EXPULSADAS POR ALGÚN OTRO CONDUCTO.**

  - **3. VÍA EXCRETORA:**
    - **EN LOS CELOMADOS ENCONTRAMOS UNAS ESTRUCTURAS LLAMADAS METANEFRIDIOS, QUE PRESENTAN UNOS EMBUDOS QUE VIERTEN SUS CONTENIDOS EN EL CELOMA.**

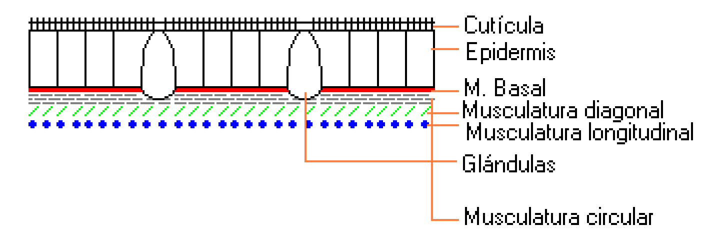
  - **4. ÓRGANO HIDROSTÁTICO:**
    - **LOS FLUIDOS INTERNOS DEL CELOMA ESTÁN A UNA DETERMINADAS PRESIÓN Y OTORGAN AL CUERPO UNA ESTRUCTURA SIMILAR A LA DE UNA ESQUELETO, PUDIENDO INCLUSO JUGAR UN IMPORTANTE PAPEL EN EL MOVIMIENTO.**

- Tipo moluscos:
  - Se trata de metazoos tirblásticos, esquizocelomados, protóstomos, con simetría bilateral, sin metamerización.
  - El cuerpo de una molusco se compone de 3 partes:
    - Cabeza:
      - En la cabeza podemos encontrar:
        - Rádula
        - Mandíbula
        - Algunos órganos sensoriales.
      - En ocasiones la cabeza puede no estar diferenciada.

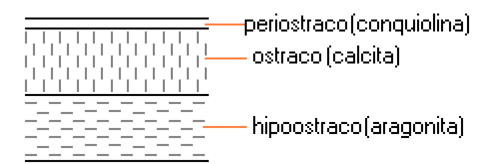
- Pie
  - El pie es una estructura básicamente musculosa, que sirve como órgano de locomoción al individuo.
  - En el pie podemos encontrar numerosas glándulas que segregarán sustancias para facilitar el movimiento.
  - También podemos encontrar glándulas cuya función sea la de deshacer algunas sustancias que pueda encontrar el molusco.

- Masa visceral
  - Se trata de un conjunto de órganos:
    - Sistema respiratorio.
    - Sistema circulatorio.
    - Sistema reproductor.
    - Sistema digestivo.
    - Sistema excretor.
  - La masa visceral suele estar cubierta por el manto.

- La concha suele estar formada por carbonato cálcico
- Las gónadas no tienen gonoductos, y expulsan las células a través del celoma, siendo finalmente evacuadas por el orificio excretor.



- Primeramente encontramos una capa epidérmica con glándulas intermedias, que son responsables de la formación de la concha. Por encima de la epidermis encontramos una cutícula, sólo si no hay concha.
- La epidermis es ciliada y dichos cilios atraviesan la cutícula.
- Por debajo encontramos la típica lámina basal, y las tres capas de musculatura.



- La capa externa y más fina está formada por conquiolina, mientras que por debajo encontramos 2 capas, que junto a esta sustancia presentan carbonato cálcico, que ha cristalizado de una forma u otra, ya sea como calcita, es decir, de manera hexagonal, en el ostraco, o como aragonita, es decir, de manera laminar, en el hipoostraco.
- En estas capas podemos encontrar diferentes pigmentos.

- La concha está formada por carbonato cálcico, aunque los moluscos absorben del medio fosfato cálcico.
- Los moluscos acuáticos lo consiguen a través de la ingestión o mediante la filtración en las branquias.
  - Si lo absorbe por ingestión llega al hepatopáncreas, de donde pasará al sistema circulatorio, a la hemolinfa.
  - Si lo absorbe por filtración irá directamente a la hemolinfa.
  - A través de dicha hemolinfa llega a las glándulas situadas en el manto, donde encontramos un enzima que lo segregará en forma de carbonato cálcico sólido.

- Forma de la concha:
  - En los poliplacóforos consta de 8 piezas articuladas.
  - En los bivalvos consta, como indica el nombre de 2 valvas.
  - Lo más frecuente es que sea única, pero su morfología puede ser muy variada: plana, enrollada en 1 plano, en espiral,...
    - En ese último caso podemos encontrar conchas levógiras y dextrógiras.
  - En algunos moluscos encontramos un replegamiento del mantel que cubre la concha, que pasa a ser interna, en cuyo caso suele ser también frágil y poco desarrollada, pudiendo tener en algunos casos consistencia cartilaginosa.
  - En algunos grupos se a perdido la concha, como es el caso de los nudibranquios.

- Aparato digestivo:
  - El aparato digestivo consta de boca, donde se sitúan la rádula, en ocasiones mandíbulas,...
  - La rádula es una membrana donde encontramos una serie de dientes quitinosos, en función de cuyo número y distribución encontraremos pues:
    - C: dientes centrales.
    - L: dientes laterales.
    - M: dientes marginales.
    - En función de estos dientes distinguimos:

n	M	L	C	L	M
Ripidiglosa	∞	n	I	n	∞
Dicoglosa	(2-3)	2	I	2	(2-3)
Tanioglosa	2	1	I	1	2
Requiglosa		1	I	1	
Toxiglosa		0	I	0	

  - La membrana radular descansa sobre el odontóforo.
  - Ambas estructuras tienen músculos, tanto extensores como retractores, cuya acción combinada provoca que la rádula se deslice por encima del odontóforo.
  - El molusco se sitúa encima del alimento y, mediante la rádula, lo desgasta hasta que las sustancias alimenticias empiezan a entrar en la boca.
  - En la cavidad bucal encontramos además una glándula salivar que puede tener 3 funciones:
    - Lubrificar el odontóforo
    - Puede contener enzimas digestivos.
    - Agrupa los alimentos en una tira que pasa al esófago.

  - En el estómago encontramos un modelo que no se da en todos los moluscos.
  - En una lado del estómago encontramos una invaginación, que aloja en su interior una estructura llamada estilo cristalino, que está formado por enzimas y proteínas, cuyo extremo queda confrontado con una estructura quitinosa que presenta estrías, que es el llamado escudo gástrico.
  - El estilo presenta 2 tipos de movimiento, de rotación, a la vez que va entrando y saliendo del saco del estilo, lo que provoca un disgregamiento de la tira de alimentos, a la vez que libera enzimas digestivos a causa del desgaste que estos movimientos.
  - Las partículas alimenticias van a parar a los conductos ciliados llamados tiflosol, que van impulsando a los alimentos por las divertículas hasta llegar finalmente al intestino, donde se procederá a la absorción de todas las sustancias aprovechables, mientras que las no aprovechables se expulsarán.

- Sistema circulatorio
    - Se trata de un sistema abierto, es decir, en un momento u otro, la sangre o hemolinfa abandona los vasos sanguíneos para pasar a circular por una serie de cavidades hemocélicas, gracias a las cuales puede bañar a todos los órganos.
    - En los cefalópodos podemos encontrar un sistema circulatorio casi cerrado.
    - Encontramos una estructura central formada por 1 ventrículo y 2 atrios.
    - El corazón está situado dentro de una cavidad de origen celomático, conocida como cavidad pericárdica.
    - Una vez llegue la hemolinfa a las branquias tendrá lugar el intercambio de gases.
    - La hemolinfa será conducida hasta el ventrículo, de donde será expulsada a través de una única aorta anterior, aunque en ocasiones puede haber también una posterior.
    - La hemolinfa se dispersa finalmente en las cavidades hemocélicas, produciendo un nuevo intercambio de gases, y siendo finalmente recolectada y dirigida a las branquias por los vasos branquiales eferentes.
    - La hemolinfa es un fluido donde encontramos disueltos:
        - Varios metabolitos.
        - Elementos celulares.
        - Pigmentos respiratorios:
            - Hemocianina
            - Hemoglobina
                - No hay células especializadas que contengan estas sustancias.

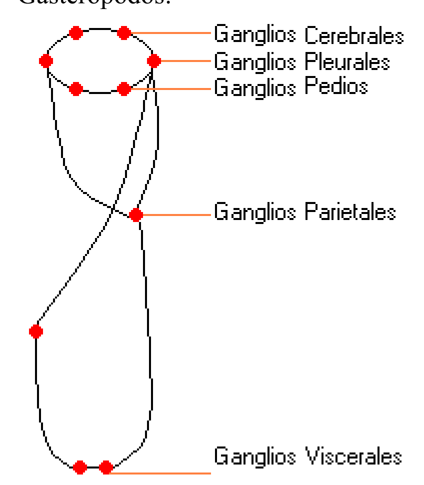
- Sistema respiratorio.
    - Los moluscos presentan una respiración branquial.
    - Presentan un número de branquias variable, aunque el caso más típico es que tengan 2 situadas en la cavidad palial, que está bañada por agua.
    - En ocasiones podemos encontrar sólo 1 branquia, o incluso hasta 6 branquias.
    - Si tienen un número elevado estarán situadas en una hendidura en el pie.
    - Suelen ser branquias bipectinadas, y están formadas por un eje central alrededor del cual distinguimos las láminas o filamentos branquiales.
    - Por el centro del eje pasan 2 vasos, el aferente, que lleva la hemolinfa cargada de CO_2, y el eferente, con la hemolinfa transportando O_2.
    - En la superficie externa de cada lámina branquial encontramos cilios, mientras que por el interior encontramos vasos sanguíneos que irrigan la lámina.
    - El agua del interior de la cavidad palial circula en sentido contrario al de la hemolinfa, provocando así un mejor intercambio de gases.
    - En los moluscos filtradores, es decir los bivalvos, las branquias sirven para captar alimento, reteniéndolo y dejándolo en suspensión, hasta que unas secreciones mucosas los recogen y lo llevan a la boca.
    - En los moluscos terrestres no encontramos branquias, sino que tienen un pulmón, situado en la cavidad palial, que es donde tiene lugar el intercambio de gases, estando esta zona muy irrigada.
    - La parte encargada de la respiración en la cavidad palial recibe el nombre de pneumostoma, y tienen capacidad tanto para abrirse como para cerrarse.

- Aparato excretor:
  - El sistema excretor de los moluscos funciona mediante los metanefridios, de los que podemos encontrar desde 7 hasta sólo 1 por individuo.
  - Los metanefridios se pueden organizar formando un riñón.
  - Los embudos ciliados de los metanefridios se abren a la cavidad pericárdica, de origen celómico, donde se producen corrientes que arrastran las sustancias excretables a través de los tubos nefridiales, que finalmente se abren a la cavidad palial.
  - Dependiendo del medio en que vivan encontramos diversos tipos de excreción:
    - Moluscos marinos:
      - Excretan directamente amoniaco, que es muy tóxico, pero que debido a la abundante cantidad de agua no les preocupa, ya que es excretado de manera muy diluida.

    - Moluscos de agua dulce:
      - También excretan amoniaco, pero debido a la escasa presencia de sales en su medio se ven obligados a tratar de reabsorberlas, mediante los metanefridios, dando finalmente una orina hipoosmótica.

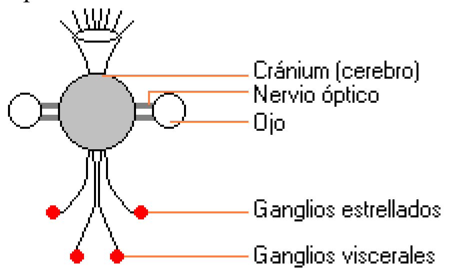
    - Moluscos terrestres:
      - Debido a la escasa cantidad de agua de la que disponen no pueden secretar amoniaco, sino que lo transforman en ácido úrico, lo que les sirve para evitar pérdidas de agua.

- Sistema nervioso:
  - Se trata de un modelo primitivo, que conlleva la existencia de ganglios cerebrales, situados cerca de una comisura periesofágica de la que salen las cadenas longitudinales, que a su vez están unidas por diversas comisuras laterales más.
  - Encontramos una reducción del número de comisuras y una diferenciación de los ganglios.
  - En los gasterópodos encontramos una torsión especial.
  - Gasterópodos:



    - Encontramos una anilla periesofágica en la podemos observar 3 parejas de ganglios:
      - 2 ganglios pedios situados ventralmente.
      - 2 ganglios pleurales situados lateralmente.
      - 2 ganglios cerebrales situados dorsalmente.
    - Observamos 2 cadenas longitudinales que han sufrido torsiones.
    - Además entre estas cadenas no hay comisuras transversales, y sobre ellas encontramos 2 tipos de ganglios.

- Cefalópodos:



  - Encontramos una masa cerebral recubierta por una sustancia cartilaginosa, denominándose toda la estructura cránium.
  - De la masa ganglionar salen los nervios ópticos, que van, lógicamente, a los ojos.
  - Por arriba encontramos 2 nervios que están unidos por una comisura, de la que salen 8 terminaciones nerviosas, 1 por cada tentáculo.
  - Del cráneo salen 4 nervios longitudinales, sin comisuras entre ellos, acabando cada uno en ganglios diferenciados.

- Organos sensoriales:

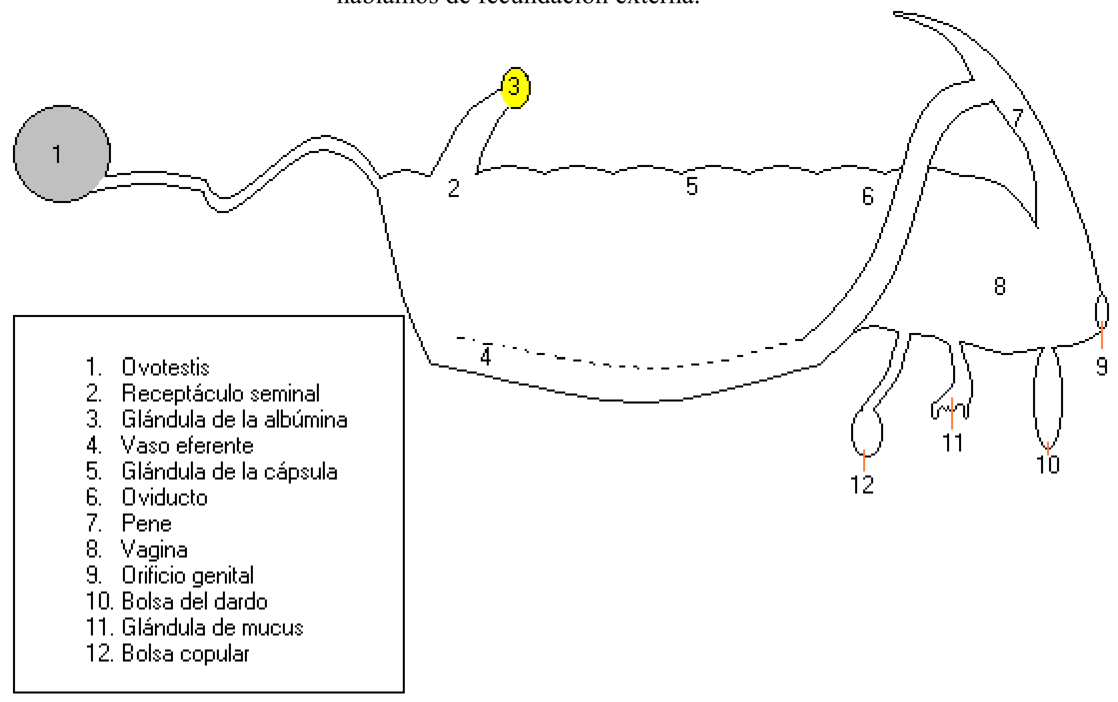
  - Osfradios:
    - Órganos quimiorreceptores situados típicamente en la cavidad palial, en la base de las branquias.
    - Son capaces de envolver las partículas en suspensión de la cavidad palial.

  - Tentáculos:
    - Situados normalmente de manera cefálica, pueden adoptar otras localizaciones, usualmente cerca del pie.
    - Pueden tener funciones tanto mecanorreceptora como quimiorreceptora.

  - Ojos:
    - Hay una morfología muy variada, desde los más primitivos hasta los de los cefalópodos, muy similares a los de los vertebrados.

  - Estatocistos (órgano del equilibrio):
    - Típica depresión ciliada con estatocistos en su interior, normalmente está cerca del pie.

- Aparato reproductor:
  - Encontramos especies con sexos separados, aunque también pueden ser hermafroditas.
  - Podemos encontrar un par de glándulas separadas, aunque también pueden ser sólo una, en cuyo caso se la denomina ovotestis, y funciona como ovario y testículo, se da obviamente en los hermafroditas.
  - Los moluscos carecen de un conducto propio para permitir la salida de las células sexuales, y estas salen por los conductos excretores, por lo que hablamos de fecundación externa.



  - La ovotestis es un tipo de órgano capaz de producir ambos tipos de células reproductoras, ya sea de manera simultánea o bien de la más típica secuencial, en cuyo caso se sigue un ciclo proterándrico.
  - De la ovotestis salen conductos común a ambos sexos, y que llevan a una cavidad donde desembocan glándulas importantes para la formación de los huevos.
  - Debido a la existencia de pene, podemos afirmar que hay cópula, después de la cual, y una vez transmitidos los espermatozoides, estos se almacenarán en la bolsa copular, pasando un tiempo indeterminado después al receptáculo seminal, momento en el que se producirá el óvulo y se dará la fecundación.

- Desarrollo postembrionario.
  - Cuando se produce la rotura del huevo surge de este una larva llamada trocófora, que presenta en su banda superior una banda ciliada la prototroca, bajo la cual podemos encontrar una boca que no se continúa en ningún tubo digestivo, y que además presenta pelos en sus regiones apicales.
  - Más adelante se comenzará a desarrollar una protocáscara, a la vez que se crea un estomago tras la boca, pero que no se continúa en intestino.
  - El último estado larvario es la denominada larva veliger, llamada de esta manera debido a la presencia de velo en uno de sus lados que usa para poder nadar. Esta larva presenta además un intestino ya completamente desarrollado, acabado en un ano. Se ha completado ya la formación de la cáscara, y se distingue la presencia de una zona que más adelante se convertirá en el pie.
  - Una vez pasado este estado se pierde el velo, y el organismo cae al fondo, momento en el que se produce una flexión de todo el organismo,

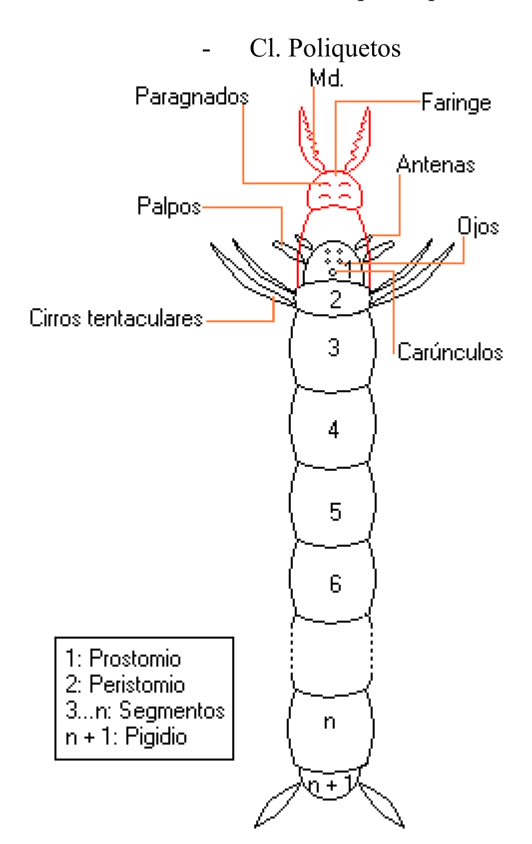
incluyendo la cáscara. En caso de plegarse en un solo plano se denomina isopleuria, y en caso de ser en más de uno se llama anisopleuria.
- Estas flexiones y torsiones y torsiones se dan incluso en la masa visceral.

Tema 12: Anélidos

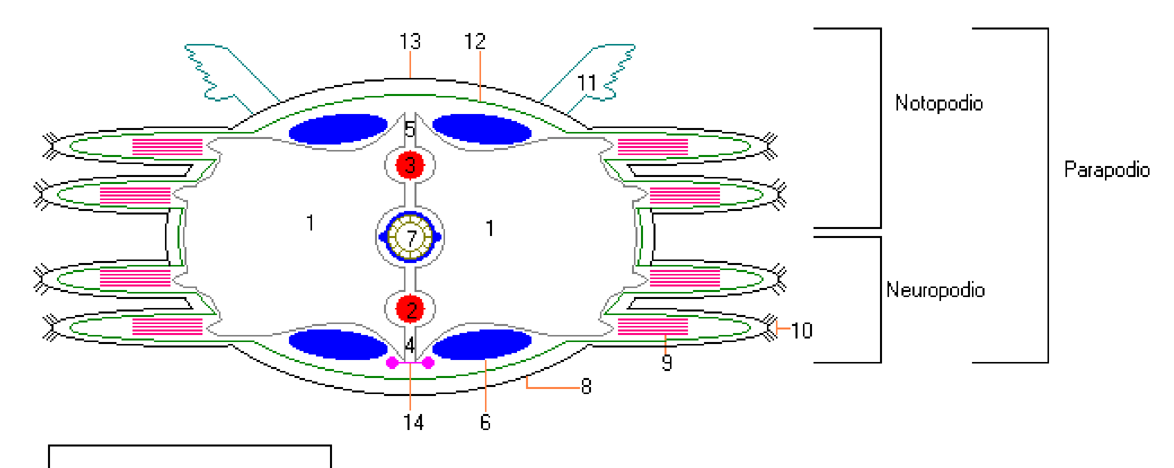
- *Cl. Poliquetos.*
- *Cl. Oligoquetos*
- *Cl. Hirudineos.*

- Podemos definir a los anélidos como metazoos triblásticos con simetría bilateral, esquizocelomados y protóstomos, hiponeuras y segmentados.
- Segmentación: La arquitectura corporal está constituida por una serie de segmentos o metámeros, presentando cada uno de ellos las mismas estructuras tanto internas como externas.
- En principio la segmentación que encontramos es homónoma, es decir, todos los segmentos son idénticos, aunque debido a la evolución puede haber pasado a ser heterónoma, aunque en ese caso es poco aparente, se manifiesta poco.

    - Cl. Poliquetos

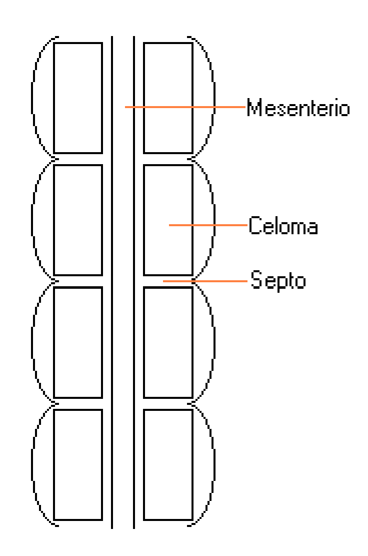


- Distinguimos una región cefálica compuesta por 2 unidades, el prostomio, donde se distinguen los óranos sensoriales, tales como ojos, antenas carúnculos; y el peristomio, que es donde está situada la boca, y donde podemos distinguir además los cirros tentaculares
- A partir de aquí todos los segmentos son similares hasta llegar al último, el llamado pigidio.
- Ni el peristomio ni el pigidio se corresponden con auténticos segmentos, sino que son las masas de tejido situadas por delante y por detrás de las cavidades celómicas primera y última.



1: Celoma
2: Vaso ventral
3: Vaso dorsal
4: Mesenterio ventral
5: Mesenterio dorsal
6: Musculatura longitudinal
7: Intestino
8: Cutícula
9: Acícula
10: Quetas
11: Branquias
12: Musculatura circular
13: Epidermis
14: Cadena ganglionar

- La pared del cuerpo está constituida por una cutícula externa formada por colágeno, lo que provoca que la piel sea flexible.
- Bajo la cutícula encontramos una epidermis bien formada.
- Por debajo encontramos la musculatura, que constituye 2 capas: una circular y otra longitudinal que se puede organizar formando paquetes de musculatura.
- Por debajo encontramos los epitelios mesodérmicos, que delimitan los peritoneos y forman los mesenterios que dividen la cavidad celómica en 2 partes, situadas a ambos lados del organismo.
- Presenta 2 vasos sanguíneos, uno situado ventralmente y otro dorsalmente.
- En el centro encontramos un tubo digestivo rodeado por musculatura circular y longitudinal, que es la responsable de los movimientos peristálticos que impulsan el alimento de delante hacia atrás.
- A nivel ventral podemos distinguir 2 cadenas nerviosas unidas por una comisura formando así la cadena nerviosa ventral.
- El organismo presenta a cada lado del cuerpo unas proyecciones de la pared del cuerpo que reciben el nombre de parapodios, de los que podemos encontrar de dos tipos: birramis, si presentan 2 ramas, y unirramis si presentan sólo 1. En el esquema están representados birramis. Podemos diferenciar entre los situados en la parte superior del organismo que reciben el nombre de notopodios, y los situados en la parte inferior que son los llamados neuropodios. Se trata de estructuras locomotoras, sensoriales y, en ocasiones respiratorias. La morfología puede ser muy variada y en ocasiones pueden perder algunas de las ramas.
- En cada una de las ramas de los parapodios podemos encontrar las acículas, que son estructuras cuya función es la de aportar consistencia al parapodio, en cuyo extremo podemos encontrar además estructuras como quetas o sedas, que aportan el nombre a esta clase de animal.
- No existe continuidad entre las cavidades celómicas de cada segmento, ya que están separadas por unos tabiques.
- El tubo digestivo suele ser muy simple, y la parte que más se suele desarrollar en función del régimen alimenticio es la parte anterior.
- En las especies carnívoras podemos encontrar una faringe succionadora y envaginable, sobre la cual podemos encontrar unas espiculas o paragnados. Además de estas estructuras podemos encontrar unas fuertes mandíbulas.

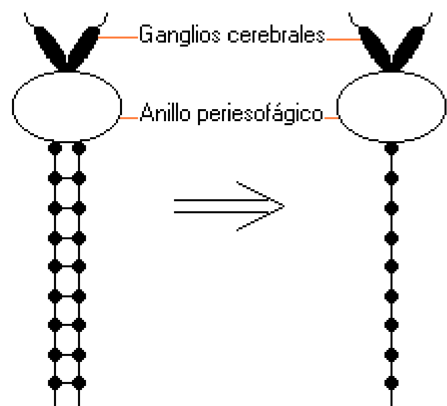


  - A continuación encontramos el intestino, que desemboca en la parte posterior del cuerpo.

- Excreción
  - Está formado por parejas de nefridios situados en cada segmento.
  - Cada uno consta de:
    - Un pabellón ciliado de origen ectodérmico, que se aloja en un conducto de origen mesodérmico.
  - Cada mixonefridio se halla en una cavidad celómica, de manera que el tubo atraviesa el tabique para acabar desembocando en el exterior.
  - Los poliquetos pueden expulsar los productos nitrogenados a través del tegumento.
  - Tienen una baja capacidad osmótica, es decir, tienen una baja capacidad de absorber iones, por lo tanto no pueden vivir en aguas con baja salinidad.

- Aparato circulatorio
  - Debido a que no hay continuidad entre las cavidades celómica el sistema no puede ser abierto, sino que ha de ser cerrado.
  - Está constituido por dos grandes vasos: ventral y dorsal.
  - A nivel de cada segmento encontramos vasos que se dirigen a los parapodios, y si las hay a las estructuras branquiales, junto con otro vaso que se dirige al tubo digestivo.
  - La hemolinfa circula de la parte posterior hacia delante en el vaso dorsal, y al contrario en el vaso ventral.
  - La hemolinfa contiene diversos tipos celulares y pigmentos respiratorios, como la hemoglobina en suspensión.
  - En la superficie de las branquias se realiza el intercambio de gases, ya que estas están muy irrigadas.
  - En ocasiones también se puede realizar a través del cuerpo.

- Sistema nervioso



  - Consta de ganglios cerebrales situados en la región cefálica, en posición dorsal, por encima del tubo digestivo.
  - De la anilla periesofágica salen 2 cadenas de manera ventral, en las cuales podemos encontrar ganglios unidos por comisuras en cada segmento.
  - Se trata pues de organismos hiponeuras, debido a que la cadena nerviosa sigue una disposición ventral.
  - Las 2 cadenas ventrales tienden a fusionarse en una sola, al igual que los ganglios, de manera que parece que haya sólo una cadena nerviosa

- Órganos sensoriales:
  - Ojos, a nivel cefálico.
  - Carúncula, que es un órgano con función mecanorreceptora y quimiorreceptora, situada a nivel cefálico.

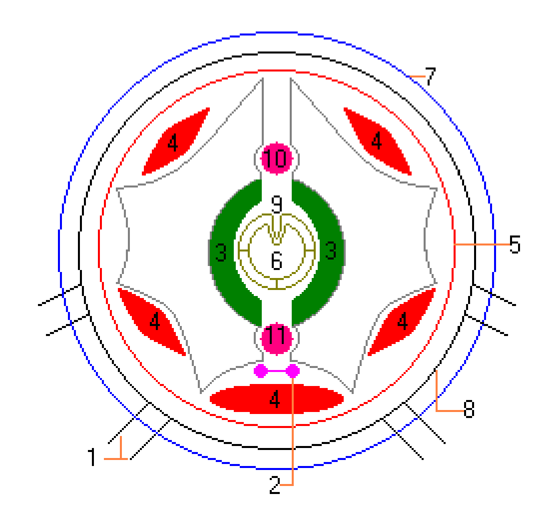
- Aparato reproductor
  - Se halla muy poco diferenciado.
  - Las gónadas no son más que un grupo de células sexuales situadas en la cavidad celómica.
  - La expulsión puede de las células sexuales puede ser por tres métodos:
    - Vía conductos propios, a través de los celomiductos.
    - Vía conductos excretores, a través de los mixonefridios.
    - Vía rotura de la pared del individuo.
  - La fecundación es externa.
  - Cuando no se halla en fase reproductiva la estructura se corresponde con la descrita anteriormente, es la denominada forma atoca.
  - Algunas especies pueden presentar algunos cambios en la fase reproductora:
    - Absorción de algunos órganos internos con el fin de favorecer la formación de estructuras sexuales.
    - Aumento de tamaño de la musculatura y de los parapodios, debido a una mayor actividad, y debido a la posibilidad de que, si normalmente vive en el fondo marino, el organismo pueda subir a la superficie para liberar allí sus células sexuales.

- Desarrollo postembrionario.
  - Presenta una larva trocófora similar a la de los moluscos.
  - La larva se divide en 2 partes: la episfera y la hiposfera.
  - Presenta 3 bandas ciliadas: la prototroca, la metatroca y la telotroca.
  - Presenta sistema digestivo y un par de nefridios.
  - En un momento dado se comienzan a formar a partir de la parte posterior y siguiendo un proceso de esquizocelia las masas celómicas de las cuales saldrán más adelante las cavidades celómicas de cada segmento, lo que provoca que tanto prostomio como pigidio carezcan de cavidades celómica, y por lo tanto no sean segmento en sí.

- Podemos distinguir en los poliquetos a dos tipos diferentes, aunque no tienen categorías taxonómicas:
  - Errantes, que se corresponden con lo comentado con anterioridad.
  - Sedentarios: con movilidad reducida, se sitúan en el interior de tubos córneos o calcáreos fabricados por ellos mismos. Presentan una segmentación heterónoma del cuerpo y presentan como mínimo dos tipos diferentes de segmentos. Carecen de parapodios, y los segmentos de la parte posterior desarrollan unas excrecencias filamentosas que constituyen las branquias que les permiten respirar.

- Cl. Oligoquetos
  - Se trata de los gusanos de tierra típicos, ya que la mayoría de las especies que componen esta clase son terrestres, habiendo algunas de agua dulce, y muy escasas de agua salada.
  - Presentan una morfología similar a los poliquetos, aunque se diferencian en:
    - No tienen parapodios.
    - Presentan pocas quetas que se disponen en parejas en posición ventral o lateral.
  - Encontramos una cutícula elástica y permeable, bajo la cual encontramos una epidermis con abundantes células glandulares que segregan sustancias que mantienen el cuerpo del organismo permanentemente húmedo, lo que permite que realice la respiración a través de la piel, lo que implica que estos organismos pueden sobrevivir en agua dulce un tiempo bastante largo y que en ambientes secos el individuo morirá por asfixia.
  - En la epidermis podemos distinguir además abundantes células sensoriales, que le permiten recibir estímulos del exterior, ya que carece de órganos sensoriales.
  - Puede captar estímulos físicos, químicos y, en algunos casos, luminosos.
  - Posee 2 capas de musculatura.
  - El intestino presenta en la parte dorsal una invaginación, el tiflosol, que le permite aumentar la superficie de absorción.

- Alrededor del intestino encontramos el tejido cloragógeno, que funciona como un riñón de absorción, es decir, almacena.
- Presenta quetas situadas de manera lateral y ventral.



1: Quetas
2: Cadena nerviosa ventral
3: Tejido cloragógeno
4: Musculatura longitudinal
5: Musculatura circular
6: Intestino
7: Cutícula
8: Epidermis
9: Tiflosol
10: Vaso dorsal
11: Vaso ventral

- Aparato circulatorio
  - Casi idéntico al de los poliquetos.

- Aparato excretor
  - Similar al de los poliquetos.

- Sistema nervioso
  - Parecido al de los poliquetos.

- Sistema digestivo
  - Después de la boca encontramos una faringe musculosa y succionadora, después de la cual encontramos unas glándulas llamadas calcíferas, debido a su capacidad para regular pH y iones calcio.
  - Después encontramos un espacio donde se almacena el alimento, tras el cual llegamos al buche, donde podremos observar unas piedras de origen externo que tienen como función la de ir deshaciendo el alimento.
  - En el intestino encontramos una invaginación o tiflosol, cuya función es la de aumentar la superficie de absorción.
  - Finalmente el tubo digestivo desemboca en un orificio anal situado al final del cuerpo.

- Alimentación
  - Muchas especies presentan migraciones verticales diarias, es decir, por el día se mantienen en regiones más o menos profundas del suelo, que está relativamente húmedas, mientras que al anochecer suben a la superficie. Debido a ese movimiento vertical, aprovechan la noche para ingerir materia orgánica, lo que provoca que finalmente haya un transporte de la materia orgánica de la superficie hasta las regiones más profundas, mientras que se produce un flujo de iones en sentido contrario.
  - Además, según van avanzando, van formando galerías, que ventilan el suelo.
  - Según van horadando estos túneles, van ingiriendo todo lo que encuentran, de manera que se produce un flujo de materia, ya sea orgánica o inorgánica de la parte anterior del organismo hasta la parte posterior.
  - Una buena parte de la materia orgánica que pasa por el animal es absorbida a nivel del intestino, mientras que la que no es excretada junto con toda la materia inorgánica, pudiendo ser aprovechada más adelante por otros organismos.
  - El movimiento de excavación les es permitido por las quetas, a las que usan a modo de punto de anclaje, mientras que con el esqueleto hidrostático y con la musculatura van formando ondas peristálticas que les permiten ir avanzando.

- Aparato reproductor.

  - Distinguimos 2 regiones en cada organismo, por un lado los segmentos fértiles, donde están situados los órganos reproductores, y por otro lado el clitelo, que es en realidad una región donde se produce un ensanchamiento del individuo, junto con la proliferación de algunos pigmentos; además, en esta región encontramos muchas más células glandulares de las normales.
  - En lo que respecta a la parte masculina, encontramos un número variable de testículos, que se hallan inmersos en vesículas seminales, de las que salen conductos que se fusionan a lado y lado del individuo, hasta acabar desembocando en el último segmento fértil, mientras que en los dos primeros segmentos fértiles encontramos espermatecas sin conectar con ningún conducto.
  - Encontramos 2 ovarios situados en el antepenúltimo segmento, de los cuales sale un conducto ciliado, que lleva a un conducto ovígero, que va a desembocar en el penúltimo segmento.
  - En la pared del cuerpo encontramos donde acaban los conductos seminales unas depresiones que son en realidad canales seminales.
  - No existe cópula y la fecundación es externa.
  - Ambos individuos se sitúan de manera inversa, de manera que los segmentos fértiles de un individuo coincidan con el clitelo del otro. Los espermatozoides salen, y a través de los canales seminales de la piel del individuo llegan al otro organismo, donde se almacenarán en las espermatecas.
  - Se produce pues un intercambio recíproco de espermatozoides.
  - Una vez se ha producido el intercambio ambos individuos se separan.
  - El clitelo comenzará a segregar a partir de este momento una cubierta mucosa que irá avanzando hacia la región anterior del organismo, hacia la región cefálica.
  - Al pasar por los segmentos que contienen los ovarios, donde los óvulos ingresarán en esta sustancia a la mucosa, que seguirá avanzando hasta llegar a los segmentos que contienen las espematecas, de donde saldrán los espermatozoides que también se unirán a la mucosa, de manera que se dará la fecundación.
  - La funda mucosa seguirá avanzando en la misma dirección hasta quedar libre y formarse una estructura que almacenará los huevos ya fecundados.
  - Se trata pues de organismos hermafroditas proterandrios, con fecundación externa y un desarrollo postembrionario directo.

- Cl. Hirudineos
  - Se trata por ejemplo de las sanguijuelas.
  - Son anélidos que han sufrido diversos cambios.
  - Son organismos que han sufrido una compresión dorsoventral, en los que se pueden apreciar fácilmente todos los segmentos, incluso pudiéndose diferenciar en cada segmento pequeños surcos circulares, que enmascaran la auténtica segmentación.
  - Presentan una ventosa anterior que se corresponde con la región del prostomio y con los 5 segmentos siguientes.
  - Poseen también clitelo, que tiene como particularidad que no se aprecia un mayor grosor, y que además los segmentos fértiles coinciden con él, abriéndose los orificios genitales en los laterales del clitelo.
  - La ventosa posterior abarca los 5 últimos segmentos, recibiendo el nombre de tronco todos los segmentos intermedios.

  - Estructura interna
    - En la epidermis de los hirudinios encontramos células sensibles.
    - Por debajo de la epidermis y de la cutícula encontramos la musculatura circular y longitudinal, además de la cual podemos encontrar troncos de musculatura dorsoventral.
    - El celoma ha quedado reducido a 4 canales, puesto que el resto está ocupado por tejido conectivo.
    - Entre los distintos segmentos del cuerpo no hay ningún tabique de separación que divida las cámaras celomáticas que son continuas.
    - En ambos vasos externos podemos encontrar musculatura, que mediante su contracción permite la circulación de la hemolinfa.
    - Los vasos laterales conducen la hemolinfa de atrás hacia delante, mientras que los vasos centrales conducen la hemolinfa en dirección contraria.
    - Podemos encontrar vasos que comunican los vasos centrales y los laterales.

- Debido a la presencia de una cadena nerviosa central podemos afirmar que son organismos hiponeuras.
- El desplazamiento del organismo se realiza por la acción combinada de las ventosas y de la musculatura.
- El celoma no interviene como esqueleto hidrostático.

- Alimentación
  - Muchos hirudinios sobreviven como ectoparásitos de vertebrados, usualmente alimentándose de su sangre.
  - La boca se abre en la ventosa anterior, mientras que el ano se abre en la parte posterior del cuerpo del animal.
  - En la boca encontramos 3 mandíbulas que sirven para perforar la piel del huésped, dejando a su paso una marca en forma de “Y”.
  - Después de la boca encontramos una faringe musculosa y succionadora, donde además podemos encontrar diversas glándulas encargadas de secretar:
    - Hirudina: es un anticoagulante.
    - Un vasodilatador, que permite un mejor flujo de sangre.
    - Un anestésico que impide que el huésped perciba al parásito.
  - Los hirudinios absorben gran cantidad de sangre que queda almacenada en diversas divertículas, pasando después al intestino y finalmente al ano.
  - Después de haber absorbido suficiente sangre se desengancha y comienza a digerir la sangre mediante bacterias simbiontes, que impiden la degradación de la sangre por otras bacterias ajenas.

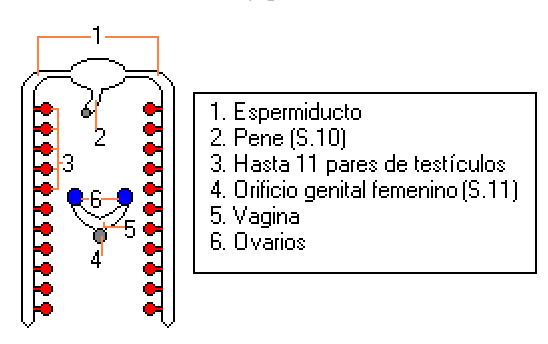
- Aparato circulatorio
  - Carecen de él.

- Respiratorio
  - Se da a través de la piel.

- Sistema nervioso
  - Es similar al de los oligoquetos, encontrando concentraciones de ganglios en las ventosas.
  - Carecen de órganos sensoriales diferenciados.

- Sistema excretor
  - Presentan diversas parejas de nefridios, que no presentan el típico embudo ciliado al celoma, y que expulsan las sustancias por los orificios correspondientes a cada nefridio.

- Sistema reproductor
  - Se trata de individuos hermafroditas y proterandrios.



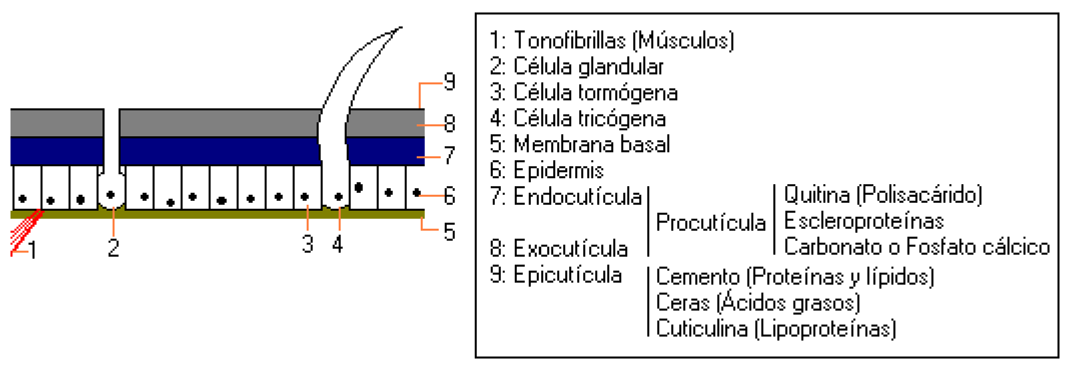
  - La parte masculina presenta hasta 11 pares de testículos, situados en 2 series, tanto a derecha como a izquierda.
  - Las series desembocan en un espermiducto común que desemboca en una vesícula seminal, donde podemos encontrar un pene evaginable, en el segmento 10.
  - Encontramos en la parte femenina, un par de ovarios con sus respectivos oviductos, uniéndose estos en una vagina, que poseen una salida al exterior en el segmento 11.
  - La reproducción es cruzada, con cópula, situándose de manera inversa ambos organismos.
  - Algunas especies pueden emitir espermatóforos, que sirven para proteger a los espermatozoides. Estos espermatóforos pueden colocarlos en cualquier lugar del otro

organismo, de manera que gracias a los enzimas del interior de estos espermatóforos, se deshará parte de la pared del cuerpo, teniendo que migrar los espermatozoides.

Tema 13: Artrópodos

- Se trata de metazoos triblásticos, con simetría bilateral, esquizocelomados, protostomos e hiponeuras.
- Junto a estas características encontramos unas características propias de la atropodización.

1. Existencia de una cutícula quitinosa formando un exoesqueleto, siendo esta muy a amenudo una estructura rígida que ha comportado la aparición de apéndices articulados en los artrópodos
2. Segmentación en un principio homónoma que evolucionó a una segmentación heterónoma, y finalmente en una tagmatización.
3. Las cavidades celómicas no están presentes en muchos segmentos, siendo en los segmentos que aún las poseen órganos segmentarios con función secretora.
4. A partir del mesodermo se crean en los artrópodos haces de musculatura independiente. Igualmente a partir del mesodermo se derivan al aparato circulatorio y las gónadas.



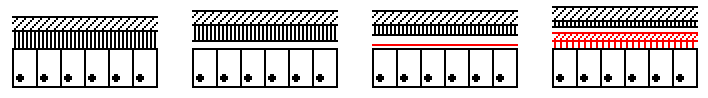
- El grosor de la cutícula puede ser muy variable, incluso dentro de un mismo individuo.
- La epicutícula es la más fina, mientras que las dos capas que componen la procutícula son más gruesas.
- La función principal de la cutícula es la de impermeabilizar al artrópodo, pudiendo encontrar para este fin una abundante cantidad de cementos o ceras, e incluso lipoproteínas cuticulares.
- Los elementos fundamentales de la procutícula son:
  - Quitina, que es típica de los artrópodos.
  - Escleroporteínas
  - En ocasiones depósitos de sales calcáreas
- Diferencias entre la exocutícula y la endocutícula:
  - En la exocutícula ha tenido lugar un proceso químico, la escleritización, que provoca que las escleroproteínas sean duras, y en ocasiones presenten pigmentos.
  - La endocutícula es, al contrario, blanda y transparente.
- Debajo de la endocutícula encontramos la epidermis, cuyas células son las responsables de la cutícula que las cubre.
- En algunas ocasiones encontramos tonofibrillas insertadas en la epidermis, en el interior de la cual también podemos encontrar células glandulares, encargadas de segregar sustancias necesarias en la cutícula.
- Las células tricógenas son las encargadas de segregar pelos o sedas, mientras que las células tormógenas segregan las membranas de articulación de estas.
- Por debajo de la epidermis encontramos la típica membrana basal, por debajo de la cual no encontramos las capas de musculatura ni circular ni longitudinal.
- Aunque la estructura puede ser idéntica, tanto el grosor como el grado de escleritización puede determinar 2 tipos de exoesqueletos diferentes:
  - Escleritizado, si presenta zonas duras y quitinosas.
  - Membranoso, con zonas más blandas.

- Los artrópodos suelen presentar colores característicos, cuyo origen puede ser de 3 tipos:
    - Colores químicos:
        - Debido a la presencia de pigmentos que se pueden situar en la cutícula, en las células epidérmicas o incluso en tejidos subepidérmicos.
        - Al morir el artrópodo, va perdiendo su pigmentación, a no ser que esta estuviese en la cutícula.
    - Colores físicos:
        - Produce colores debido tanto a la refracción como a la reflexión de la luz.
        - Confieren a los artrópodos los colores metálicos característicos.
    - Irisación
        - Son debidas a pequeñas pubescencias, que pueden recubrir zonas del cuerpo.

- En la cutícula podemos encontrar diversas formaciones:
    - Ensanchamientos:
        - Se trata de simples ensanchamientos de determinadas regiones de la cutícula.
        - Son una serie de ensanchamientos denominados relieves cuticulares, son las apófisis, microtrics o pelos fijos.
            - Relieve
            - Apófisis
    - Formaciones de células epidérmicas:
        - Pelos, sedas o macrotrics, o pelo móvil:
            - Derivan de una sólo modelo celular.
        - Espolones
            - No derivan únicamente de una célula.
            - Su grosor es mayor que los modelos anteriores.
            - Son móviles.
        - Dentro de los macrotrics podemos encontrar diversas funciones.
            - Revestimiento.
            - Sensoriales:
                - Mecanorrecptores
                - Quimiorreceptores
            - Glándulas que dan salida a determinadas secreciones.

- Para que la musculatura sea eficiente ha de estar unida a puntos muy resistentes.
- Esos puntos son invaginaciones de la cutícula, de manera que se produce un endoesqueleto.
    - Fundamentalmente en el endoesqueleto encontramos invaginaciones puntuales, cuya señal externa es la presencia de una pequeño orificio o foramen.
    - Si la invaginación no es puntual, sino que es más larga, hablamos de líneas llamadas de sutura.

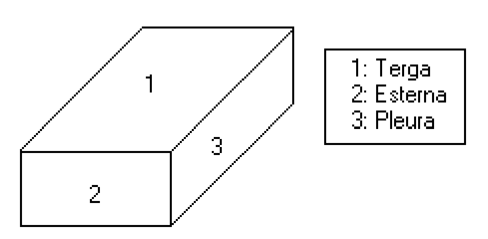
- Los artrópodos son organismos que gracias a sus estructuras exoesqueléticas han podido colonizar todos los medios, pero pagando el coste de tener problemas para crecer, debido a que el exoesqueleto imposibilita el crecimiento. Los artrópodos han subsanado este problema desarrollando el sistema de cambios de mudas.



- Se trata de un proceso fisiológico, regulado hormonalmente, que provoca que un artrópodo cree una cutícula nueva, se desprenda de la vieja, mientras crece longitudinalmente.
- La primera manifestación se produce en las células epidérmicas, que comienzan a separarse ligeramente de la cutícula.
- Después pasamos a la apólisis, momento en el cual, la cutícula se separa de la epidermis, produciéndose el espacio "apolítico".
- Se comienza a segregar en este momento la epicutícula nueva, en la cual se observan unos poros o canales, por los que se vierten enzimas proteolíticos, que irán deshaciendo la cutícula vieja.
- A partir de aquí se continúa segregando la nueva cutícula, mientras se digiere la vieja y se trata de aprovechar algo de los restos. Este grado de aprovechamiento puede llegar hasta el 90% en algunas especies.

- El siguiente paso es la rotura por parte del artrópodo de la cutícula vieja, gracias a las líneas de ecolisis, que son zonas de menor resistencia, que se rompen con mayor facilidad.
- La vieja cutícula recibe el nombre de exúvia, que suele ser devorada por el organismo con el fin de aprovecharla todavía más.
- La nueva cutícula aún no se ha endurecido, lo que permite al artrópodo alargarla absorbiendo agua o aire, provocando el alargamiento de la cutícula, una vez completado el cual, la cutícula se escleritiza.
- En las partes membranosas del organismo se permite un crecimiento relativo constante, aún cuando no se encuentre en época de mudas.

- Una de las características de los artrópodos es la de tener el cuerpo segmentado, lo que es debido a que durante el proceso de formación se van formando masas de tejido mesodérmico, que dará lugar a las cavidades celomáticas, siguiendo un proceso similar al de los anélidos.
- En el cuerpo de un artrópodo encontramos la unidad estructural que corresponde a un segmento o metámero, siendo en un principio la segmentación homónoma.
- Cada segmento consta de:



- Cada una de estas partes de un segmento puede estar o bien escleritizada, o bien ser membranosa.
- Las placas escleritizadas reciben el nombre de:
  - Terga → Tergita
  - Esterna → Esternita
  - Pleura → Pleurita
- Debido a que la terga suele estar siempre escleritizada, se suele considerar lo mismo la terga como la tergita.
- En las pleuras podemos encontrar membranas o zonas escleritizadas. Los apéndices de los artrópodos salen de esta región.
- La segmentación homónoma desapareció con la evolución y se pasó por un proceso de tagmatización.
- La primera región que se diferenció fue la región anterior, y debido a la tagmatización ya no se pueden distinguir los segmentos de manera independiente.
- La estructura de un artrópodo consta de:
  - Acron:
    - Territorio corporal que queda por delante del primer segmento.
    - No es un segmento, ya que carece de celoma.
  - Soma:
    - Es el cuerpo del organismo.
  - Telson:
    - Territorio corporal que queda por detrás del último segmento.
    - No es un segmento, ya que carece de celoma.

- Otro aspecto característico de los artrópodos son sus apéndices articulados.
  - Para poder ser considerado un apéndice ha de presentar 2 tipos de músculos diferentes:
    - Intrínsecos:
      - El músculo se engancha de manera interior en el apéndice.
    - Extrínsecos:
      - Tienen una parte en el interior del apéndice y otra fuera.
  - La estructura de los apéndices de los artrópodos siempre responde al mismo nivel básico, que permite la articulación entre el apéndice y la pared del cuerpo.
  - En los artrópodos encontramos apéndice muy diferentes tanto en estructura como en función, aunque básicamente podemos distinguir sólo entre 2 tipos:

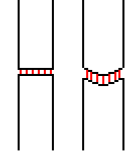
- Unirrami, si todos los segmentos del apéndice están organizados alrededor de un solo eje.
  - Dentro de los unirramis distinguimos 2 partes:
    - Parte basal, que se une al cuerpo y que recibe el nombre de protopodio, está formado siempre por un único segmento.
    - El resto de segmentos que configuran el apéndice completo reciben el nombre de telopodio.

- Birramis, si los segmentos que lo configuran están situados alrededor de 2 ejes.
  - Presentan una parte basal, el protopodio, que puede estar constituido por hasta 3 segmentos.
  - Del último segmento del protopodio salen 2 ramas:
    - El endopodio, que está constituido por un número bajo de segmentos, que están bien constituidos.
    - El exopodio, que presenta más segmentos, aunque estos están peor delimitados.

- Podemos encontrar también en los artrópodos apéndice con sólo una rama, pero que tengan un origen birrami, en cuyo caso hablaremos anatómicamente de apéndice monorrami, y morfológicamente birrami. En caso de que se de la situación inversa los apéndices recibirán el nombre de apéndice bifurcados.

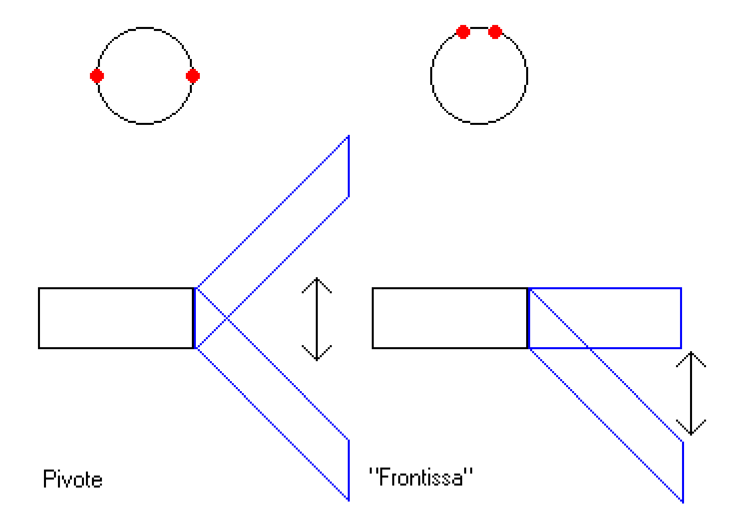
- En principio a partir de cualquier segmento de cualquier apéndice puede formarse pequeñas ramas, reciben el nombre de:
  - Exitas:
    - Situadas hacia fuera y normalmente con funciones branquiales, pueden recibir nombres especiales.
  - Enditas:
    - Estas ramas están situadas cerca de la pared, y desempeñan funciones relacionadas con la alimentación.

- Para que los apéndices puedan ser funcionales necesitaremos articulaciones entre los distintos segmentos que los componen. Encontramos 2 tipos de articulaciones:
  - Membranosas:
    - Se trata de una única corona circular situada entre 2 segmentos.
    - Permite cualquier tipo de movimiento, es relativamente lábil.
    - No permite implicar demasiada potencia al movimiento del apéndice.
    - Son característicos de algunos apéndices como las antenas.



  - Condiolares
    - Existen estructuras que permiten un cierto grado de acoplamiento entre los distintos segmentos.
    - Al contrario que el anterior tipo limitan el movimiento, pero permite dar al movimiento una mayor potencia.
    - Pueden tener un solo juego condial, siendo en ese caso monocondiales, o 2 juegos, pasando a llamarse dicondiales.
    - En función de la disposición podemos distinguir entre 2 tipos de articulaciones:
      - Las de pivote son siempre dicondiales, presentando ambos juegos de manera opuesta en la articulación. Permiten tanto la elevación como la depresión del apéndice.
      - Las de “Frontissa” pueden ser mono- o dicondiales, en cuyo caso ambos juegos estarán situados muy cerca uno del otro en la articulación. Estos apéndices permiten el movimiento de elevación, promoción, depresión y remoción.

- En función del número de músculos que tenga el apéndice distinguiremos entre:
  - Monodesmáticos, con sólo 1 músculo.
  - Bidesmáticos, si tienen 2 músculos



- Funcionalidad de los apéndices:
  - En artrópodos primitivos cada segmento del individuo presentaba un par de apéndices con función locomotora.
  - Por lo tanto, encontramos apéndices marchadores tanto en artrópodos terrestres como acuáticos.
  - Existen 2 tipos diferentes de movimiento de los apéndices que afectan al movimiento total del organismo.
    - Metacrónico:
      - Es propio de los artrópodos que aún conservan un gran número de apéndice marchadores.
      - Requiere una gran coordinación nerviosa por parte del individuo.
      - Se puede observar a simple vista.

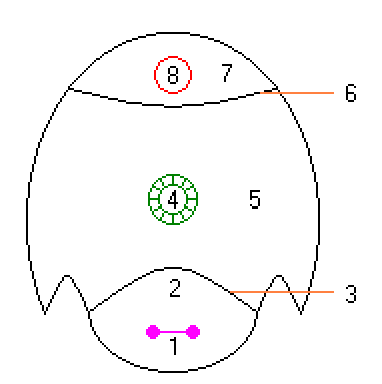
    - Isocrónico:
      - Intervienen un único par de apéndices en la locomoción, que realizan el movimiento de manera simultánea, como por ejemplo la pulga de agua.
      - Este movimiento no es único en animales acuáticos, sino que también podemos encontrarlo en organismos terrestres como la colémbola.

  - Existe una tendencia generalizada en todos los artrópodos a reducir el número de apéndices y a situar a estos en la segunda parte del cuerpo.
  - Existen también en los artrópodos apéndices natatorios:
    - Son característicos de los artrópodos acuáticos, pero no es único en estos organismos, ya que también podemos observarlo en algunos otros organismos, como por ejemplo los coleópteros acuáticos, que han desarrollado un sistema de apéndices especial para poder subsistir en la superficie del agua, ya que apoyan el segundo par de patas, mientras que el tercero sirve de timón, y el primer par queda libre. El segundo par de patas ha desarrollado en su superficie unas estructuras que le permiten posarse en la superficie del agua sin hundirse, debido a que no rompe la tensión superficial.

  - Existen también apéndices que permiten a los individuos que los poseen saltar.

- A pesar de todo, existen apéndices no dedicados únicamente al movimiento:
    - Existen los apéndices branquiales, como los de los límulos.
    - Podemos observar otros apéndices que desempeñan funciones de captación y de trituración del alimento:
        - Pueden ser bucales como mandíbulas o maxilas, habiendo perdido en ese caso su morfología externa.
        - Gnadoenditas o láminas maxilares, que delimitan un canal alimentario, por el que pasa el alimento siendo procesado por estructuras tales como espinas, que comienzan a deshacer el alimento. Este caso se puede dar en límulidos, arácnidos, o en algunos crustáceos, que tienen mandíbulas o maxilas.
    - Pueden ser apéndices destinados a abrir camino al artrópodo, como los minadores o los cavadores:
        - Los cavadores permiten al organismo horadar túneles en la tierra, mientras que los minadores permiten lo mismo en tejidos vegetales.
    - Apéndices reproductores:
        - Los machos pueden haber desarrollado gonopodios, que pueden conformar un pene, que será el encargado de llevar el esperma a la hembra.
        - Las hembras pueden haber conseguido apéndice especializados en la puesta de huevos.

- Cavidad general del cuerpo



1: Cadenas nerviosas
2: Cavidad perineural
3: Tabique neural (diafragma ventral)
4: Tubo digestivo
5: Cavidad perivisceral
6: Tabique pericárdico (diafragma dorsal)
7: Cavidad pericárdica
8: Corazón

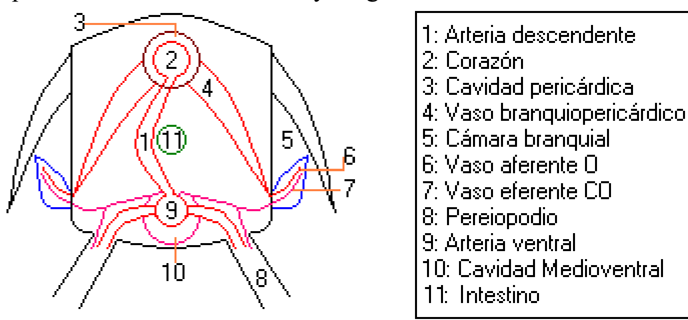
- Las cavidades celómicas han desaparecido al haberse fusionado con el blastocele, dando lugar al hemocele.
- En la estructura interna del cuerpo de un artrópodo encontramos 2 zonas de separación, formadas por tabiques fenestrados, de origen conjuntivo, que delimitan a su vez 3 cavidades, donde podemos encontrar diversas estructuras:
    - La cavidad pericárdica alrededor del corazón.
    - La cavidad alrededor del tubo digestivo.
    - La cavidad alrededor de las cadenas nerviosas.
- El grado de desarrollo del diafragma depende de la especie y no siempre abarca todo el cuerpo, pudiendo en algunos insectos entrar el diafragma ventral en las patas.
- Debido a todo esto encontramos un sistema circulatorio abierto, del cual el corazón es el órgano principal.
- El corazón no es una estructura muy diferenciada, sino que es un tubo situado en la región pericárdica, que está formado por fibra muscular miocárdica y por tejido conjuntivo. Presenta además una clara segmentación que no se corresponde con la segmentación corporal. En cada ventrículo se pueden observar 2 ostíolos que permiten que la hemolinfa circule hacia el interior de la cavidad corporal. En ocasiones puede presentar una aorta anterior cefálica, mientras que la parte posterior puede ser cerrada, o presentar a su vez una aorta posterior.
- El corazón se mantiene en su posición dorsal debido a los músculos aliformes que lo mantienen y ayudan en su contracción.

- Como ya hemos dicho, el órgano fundamental del sistema circulatorio es el corazón debido a su capacidad de latir, pasando por estados sistólicos y diastólicos, impulsando así la hemolinfa.
- Las sístolas son debidas a la contracción del miocardio.
- En el momento de la sístole, la válvula entre cada segmento se abre y permite el paso de la hemolinfa de ventrículo a ventrículo.
- La diástola es debida a la relajación del miocardio y a la contracción de los músculos aliformes.
- En esta fase, se abre los ostíolos y se cierra la válvula, permitiendo a la hemolinfa entrar en el corazón.
- En artrópodos podemos encontrar 2 sistemas circulatorios básicos, que tienen que ver además con el tipo de respiración que tenga el animal:
  - Aórtico:
    - Se caracteriza por poseer un número bajo de vasos sanguíneos, como el corazón y la aorta anterior, incluso en ocasiones la aorta posterior, pero casi ningún otro.
    - La hemolinfa circula pues por las cavidades hemocélicas.
    - Podemos encontrar este sistema en artrópodos terrestres con respiración traqueal, en cuyo caso esta es la responsable del intercambio de gases.
  - Arterial:
    - Se caracteriza porque el conjunto de vasos sanguíneos está más desarrollado, llegando existir en ocasiones un sistema venoso de retorno de la hemolinfa a la cavidad pericárdica.
    - Se corresponde con artrópodos con respiración branquial.

- En muchos artrópodos el corazón suele ser ciego por la parte posterior, mientras que, como ya hemos dicho, se prolonga por delante con una aorta. La hemolinfa impulsada por el corazón llega a las cavidades hemocélicas de la cabeza, donde se comienza a dispersar. La hemolinfa que va en dirección a las antenas pasa por el corazón accesorio antenal, que sirve para impulsar de nuevo la sangre, asegurando así su dispersión a lo largo de toda la antena. Finalmente, la hemolinfa que ya ha bañado tanto a cabeza como a antenas baja hasta el tórax. Una vez en el tórax podemos encontrar también corazones accesorios en las bases de las patas, con el fin de facilitar el fluir de la hemolinfa en los apéndices. Una vez ha bañado ya la cabeza y las patas, la hemolinfa se dirige a las alas, por donde circulará de manera entrante por las nerviaciones anteriores, y saldrá por las posteriores. En las alas también hay corazones accesorios, que pueden ser de 2 tipos: intraalar, si está situado en las alas, e impulsa la sangre; y además hay otros que absorben la sangre de vuelta a la cavidad torácica.
- Los diafragmas se extienden desde el tórax hasta el final del abdomen, y tienen aperturas que permiten el paso de la hemolinfa desde la región ventral del individuo hasta la dorsal, donde volverán a ingresar en la cavidad pericárdica, pasando de nuevo al corazón y cerrando así un ciclo.
- La hemolinfa de los artrópodos es un líquido donde podemos encontrar hemocitos y algunos pigmentos respiratorios como hemoglobina o hemocianina.
- La hemoglobina siempre está en disolución en la hemolinfa, mientras que la hemocianina puede estar o bien en células o en disolución en la hemolinfa

- Respiración:
  - Puede ser de 3 tipos:
    - Cutánea:
      - Se considera que la cutánea es la más primitiva de las 3 formas de respiración, ya que no requiere órganos especializados en la respiración. El intercambio de gases se realiza a través de la piel.
      - Este modelo se da de manera exclusiva en artrópodos pequeños, ya sean acuáticos o terrestres.
      - En individuos acuáticos no conlleva ningún problema, pero los terrestres tienen que enfrentarse a la humedad ambiental, ya que si el ambiente no es húmedo, se producirán innecesarias pérdidas de agua. Estos artrópodos pequeños viven pues de manera edáfica
      - La respiración cutánea se puede dar de manera simultánea a otros tipos de respiración, siendo en este caso el aporte de la respiración cutánea muy variable, desde un 2% hasta un 50% del total.

    - Branquial:
      - Es característica de los artrópodos acuáticos, de los crustáceos e incluso de algunos quelicerados.
      - Implica la existencia de órganos especializados, que son las branquias.
      - La estructura de la branquia es la de un eje central, con un vaso aferente y otro eferente, mientras que del eje central salen proyecciones muy variadas, y es a través de esas extensiones por donde se produce el intercambio de gases, ya que las extensiones están muy irrigadas.



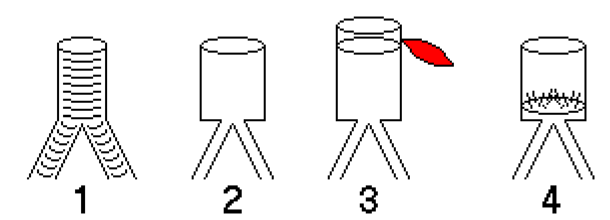
      - El esquema se corresponde con el corte transversal de un decápodo a nivel del pereion.
      - Hay una placa que cubre dorsolateralmente el cefalon y el pereion, que delimita lateralmente la cámara branquial, en el interior de la cual podemos encontrar las branquias que no son más que meras exitas del pereiopodio.
      - Excepcionalmente podemos encontrar branquias en otros apéndices del individuo:
        - Las branquias pueden estar situadas en los pleopodios, como en el caso de los isópodos, donde las branquias están situadas únicamente en esos apéndices.
      - En los artrópodos terrestres las branquias han evolucionado hasta formar estructuras similares a traqueas.
      - Podemos observar un vaso eferente con oxigeno y otro aferente con CO_2 en cada branquia.
      - Los vasos branquiopericárdicos guiarán la hemolinfa en dirección al corazón, de donde será distribuida por todo el cuerpo.
      - Del corazón encontramos que sale una arteria descendente que en su descenso debe evitar el intestino.
      - En ocasiones podemos encontrar un sistema venoso, que desemboca en una cavidad medioventral, de la que salen los vasos aferentes.

- En crustáceos se pueden dar adaptaciones especiales en función del modelo de circulación y de respiración:
  - Se produce un acortamiento de la región donde podemos encontrar las estructuras respiratorias.
  - Hay un progresivo ajustamiento entre la concha y las branquias, de manera que podemos encontrar orificios inhalantes y exhalantes, que pueden conllevar problemas de obturación. Los crustáceos han desarrollado en esas regiones pelos que sirven de filtro, de manera que evitan las obturaciones. Aparte de esos pelos, podemos encontrar estructuras que provoquen corrientes en el interior de la cámara branquial, que sirven para favorecer la circulación y para limpiar la parte interior.
  - En algunos casos como en los cangrejos sólo encontramos 2 orificios.
  - Todas estas características no han de ser exclusivas de los crustáceos.

- Traqueal:
  - Podemos encontrar 2 tipos de tráqueas, pero sean del tipo que sean no son más que invaginaciones de la piel:
    - Filotráqueas o pulmones:
      - Son propias de los quelicerados
      - Los pulmones son invaginaciones de la piel que se sitúan en la región ventral del opistosoma.
      - Cada invaginación son en realidad 2 invaginaciones consecutivas.
      - La estructura del pulmón es la de un estigma, que es el orificio que se nota en la piel, y un atrio, que es la región donde desemboca el estigma.
      - Una vez se han producido estas 2 estructuras, se producen una serie de invaginaciones secundarias, que se sitúan en los lados del atrio, formando láminas, que no se hunden, debido a unas estructuras quitinosas, que permiten la filtración del aire por esa zona, permitiendo el intercambio de gases.
      - De esa zona sale un vaso sanguíneo que desemboca en la región pericárdica, estando situado el corazón en la parte posterior del opistosoma.

    - Dendrotráqueas:
      - Las dendrotráqueas no son más que invaginaciones de la piel, que se irán ramificando.
      - Puesto que se trata de una invaginación, la parte externa de las tráqueas estará compuesta por epicutícula.
      - Al observar la tráquea en aumento, observaremos unas zonas anilladas, que se corresponden con ensanchamientos de la cutícula, que tienen como función dar consistencia a la tráquea.
      - La tráquea se va ramificando en tráqueas más finas, que reciben el nombre de traqueolas, las zonas finales de las cuales están inmersas en el citoplasma de células traqueolares. Las terminaciones traqueolares se llenan de líquido, que penetra y abandona la traquea debido tanto a cambios de presión como a fuerzas de capilaridad.
      - El transporte del aire se da totalmente a través de las tráqueas, no interviene el sistema circulatorio.
      - El orificio por el que una tráquea se abre al exterior se denomina estigma.

- Encontramos diversos modelos de tráqueas:



- El esquema 1 se corresponde con el modelo de tráquea más sencillo:
  - Presenta 2 inconvenientes:
    - No se puede controlar el flujo de aire, este es constante.
    - No se puede regular la entrada de partículas externas.
  - Tiene una consistencia muy débil.

- El modelo 2 se corresponde con un modelo más avanzado de tráquea, ya que posee estructuras que le dan una mayor consistencia, y además posee un atrio de donde derivan diversas tráqueas.

- En el modelo 3 encontramos unos labios de oclusión que gracias a un músculo pueden abrir o cerrar el estigma.

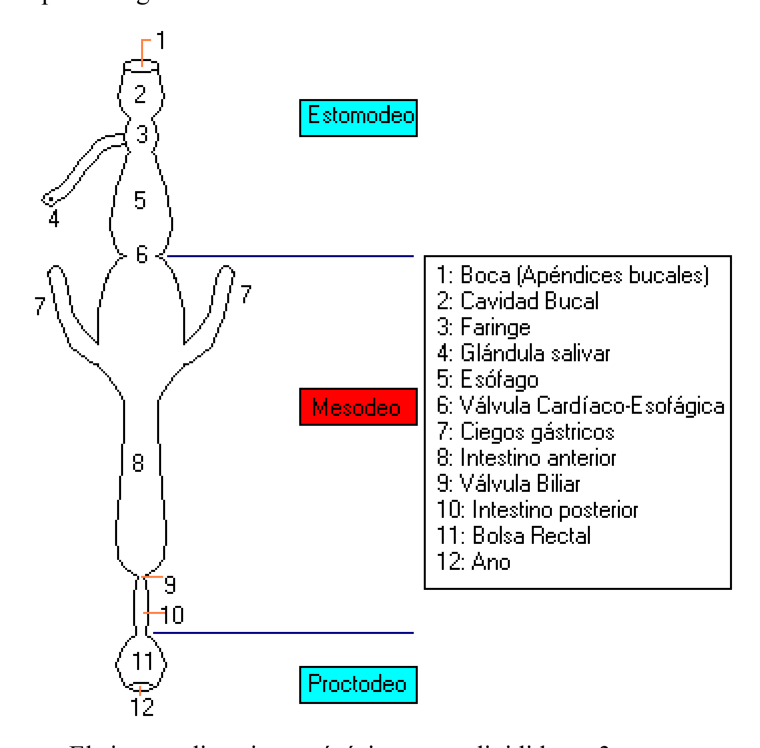
- En el modelo 4 podemos observar una corona de pelo, que actúa a modo de filtro, y además existe una válvula que regula el paso del aire.

- Los artrópodos terrestres que han colonizado el agua han desarrollado sistemas con el fin de evitar que el agua entre en las tráqueas, y con este fin han desarrollado estructuras que les permiten ocluir las tráqueas, o bien glándulas que segregan sustancias respiratorias.
- Se considera el modelo más primitivo aquel que sólo consta de un par de tráqueas en la pleura del cuerpo, siendo estas tráqueas poco ramificadas y sin comunicación con las demás tráqueas.
- Un modelo menos primitivo de tráquea consistiría en una menor cantidad de estigmas, junto con una complicación de la estructura traqueal, de manera que encontramos en ocasiones troncos longitudinales que unen las tráqueas de uno y otro lado, e incluso comisuras transversales que unen ambos troncos longitudinales.
- Encontramos un sistema traqueal más avanzado en los insectos voladores, de manera que las comisuras se dilatan para desempeñar 2 nuevas funciones, por un lado actuar como órganos aerostáticos, y por otro garantizar el aporte de oxigeno adecuado a los músculos encargados del vuelo.
- La respiración traqueal se da por ejemplo en quelicerados.
- Se puede dar la presencia de ambos sistemas traqueales en un solo individuo, caso exclusivo de miriápodos e insectos.

- Las especies que viven en agua dulce pueden haber desarrollado diversas tácticas para sobrevivir:
  - Respirar oxígeno atmosférico:
    - El organismo se ve obligado a ascender a la superficie cada cierto tiempo, con el fin de poder renovar el aire que almacena en algunas regiones de su cuerpo.
    - Ejemplo:
      - En los coleópteros el primer par de alas está escleritizado y se une con el abdomen, mientras que por debajo encontramos el segundo par de alas, plegadas sobre el abdomen.
      - Las alas escleritizadas, llamadas elitres, delimitan por debajo el llamado espacio subelitral, que actúa como reserva de aire.
      - En la región dorsal del individuo encontramos unas sedas impregnadas por sustancias hidrofóbicas, que le permiten romper la tensión superficial del agua, de manera que le basta inclinarse, y al situar estas sedas en contacto con la superficie del agua, el aire penetra en la cavidad subelitral.

  - Respirar oxígeno disuelto en agua
    - Se han desarrollado traqueobranquias.
    - Se trata de estructuras parecidas a las branquias.
    - Son características de muchas larvas acuáticas.
    - Se pueden identificar externamente como excreciones filamentosas, situadas o bien en la parte final del tubo digestivo, o bien en la bolsa rectal.
    - El agua entra en la cavidad de manera que baña las traqueobranquias, que absorben el oxígeno.

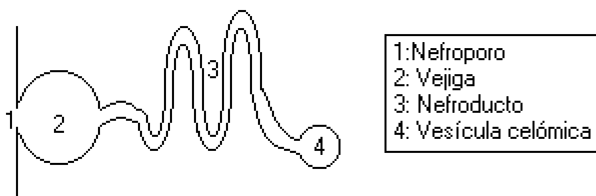
- Aparato digestivo



  - El sistema digestivo está típicamente dividido en 3 partes, como se ve en el dibujo
  - Las regiones inicial y ventral tienen un origen ectodérmico, por lo que las podemos encontrar recubiertas de cutícula, mientras que la intermedia es de origen endodérmico.
  - Estas 3 regiones están delimitadas por 2 válvulas.
  - Las estructuras más concretas dependerán exactamente de la alimentación del individuo.
  - A nivel del estomodeo podemos encontrar la boca, con la posibilidad de que esta tenga apéndices bucales. Después vienen las estructuras reseñadas en la figura.

  - En el estomodeo se produce una trituración del alimento, y además se inicia la digestión de este alimento triturado.
  - Una vez llegamos al mesodeo se acaba la digestión y se inicia el proceso de absorción de las sustancias necesarias. En algunos miriápodos, a nivel del mesodeo podemos encontrar una membrana peritrófica, que es una membrana formada a partir de la propia membrana que tapiza el tubo digestivo; puede realizar funciones tales como proteger a las células del alimento al moverse, y también impidiendo la posible infección por hongos o bacterias. Esta membrana se va renovando de manera periódica, en ocasiones incluso diariamente.
  - En el proctodeo se concluye el proceso de absorción, mientras que en la bolsa rectal se procede a una reabsorción de agua y de algunos iones.
  - En el caso de algunas larvas de insectos o en algunos insectos sociales, el mesodeo y el proctodeo no están conectados, de manera que se van acumulando los restos, que se eliminarán con la muda.
  - Entre los artrópodos encontramos todos los regímenes posibles de alimentación, y en función del tamaño de la comida encontraremos tanto macrófogo como micrófogos.
  - En los artrópodos que presentan glándulas venenosas podemos encontrar junto a la sustancia venenosa enzimas digestivos, que iniciarán una digestión externa.

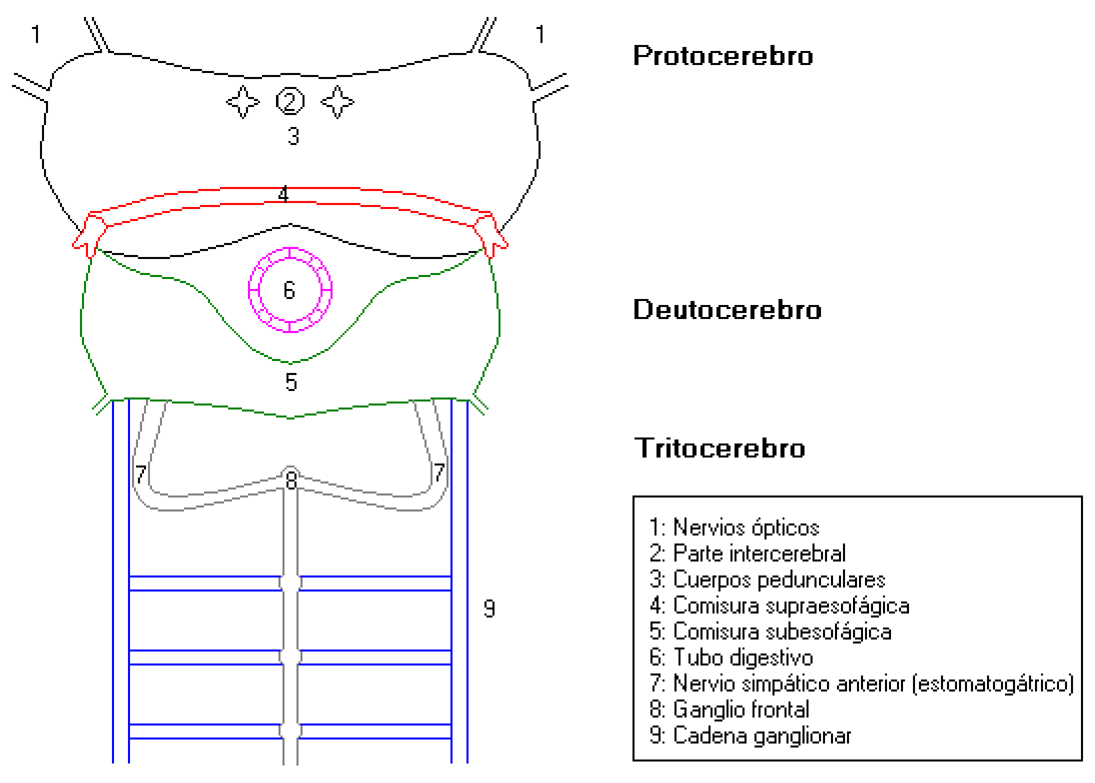
- Aparato excretor
  - En los artrópodos podemos encontrar 2 tipos diferentes de excreción:
    - Mediante órganos excretores segmentarios de origen mesodérmico:
      - Estos órganos aparecen sólo en algunos segmentos, que varían de un grupo de artrópodos a otro, y que representan los restos de las cavidades celómicas.



      - Como ya hemos dicho la posición depende del grupo exacto, así como el nombre que recibirá el órgano, aunque todos estos órganos tienen la misma estructura.
      - Consta, como se ve en la figura de una vesícula celómica inmersa en la cavidad hemocélica, que se continúa en un nefroducto que conduce a una vejiga que se abre al exterior mediante un nefroporo.
      - Pueden desempeñar diversas funciones:
        - Regulación de la cantidad de agua en el organismo.
        - Evacuación de productos nitrogenados.
        - Expulsión de algunos líquidos tales como salivas, sedas,...
        - Absorción de agua.

    - Mediante órganos excretores no segmentarios de origen no mesodérmico:
      - Se conocen como los tubos de Malpighi.
      - Se trata de tubos ciegos más o menos largos que van a desembocar en el límite entre el estomodeo y el mesodeo, cuyo origen dérmico no se puede afirmar.
      - Se encuentran inmersos en las cavidades hemocélicas, donde, procedente de la hemolinfa, consiguen metabolitos no deseados, que serán vertidos en el tubo digestivo, por donde serán expulsados más adelante.

- Sistema nervioso



- El cerebro de los artrópodos está constituido por 3 parejas de ganglios.
- En el protocerebro encontramos los centros ópticos y los nervios que irán a los ojos, ya sean compuestos o simples.
- La parte intercebral tiene una función secretora, ya que consta de células neurosecretoras.
- Los cuerpos pedunculares se corresponden con zonas de integración de la conducta, y están más desarrollados pues en insectos sociales.
- El deutocerebro consta de 2 ganglios unidos por una comisura periesofoágica, y es donde encontramos los nervios de las antenas.
- Los quelicerados carecen de deutocerebro, o bien este está muy reducido.
- El tritocerebro consta de 2 ganglios unidos por una comisura subesofágica, y aquí encontramos los nervios encargados de un posible segundo par de antenas, de los queliceros,...
- Del tritocerebro salen las cadenas ventrales típica, unidas por comisuras transversales.
- Este es el modelo original, pero en la práctica no se da, sino que las cadenas se han ido fusionando en una sola, al igual que los ganglios.
- Encontramos también una cadena nerviosa simpática anterior y posterior, que se unen en una ganglio frontal del que salen una cadena y diversos ganglios, cuya función es la de controlar los nervios encargados de la deglución de los alimentos.
- Encontramos además una cadena con ganglios situada de manera dorsal a la cadena ventral, cuya misión es la de controlar la emisión del esperma en los machos, y la de controlar la ovoposición en las hembras.

- Sistema endocrino
  - Se trata de un sistema muy desarrollado, ya que la mayoría de las funciones vitales tienen una regulación hormonal.
  - La producción de hormonas está regulada por neurohormonas, y consta de diversos elementos:
    - Centros de producción de neurohormonas:
      - Parte intercerebral
      - Ganglios de la cadena ventral

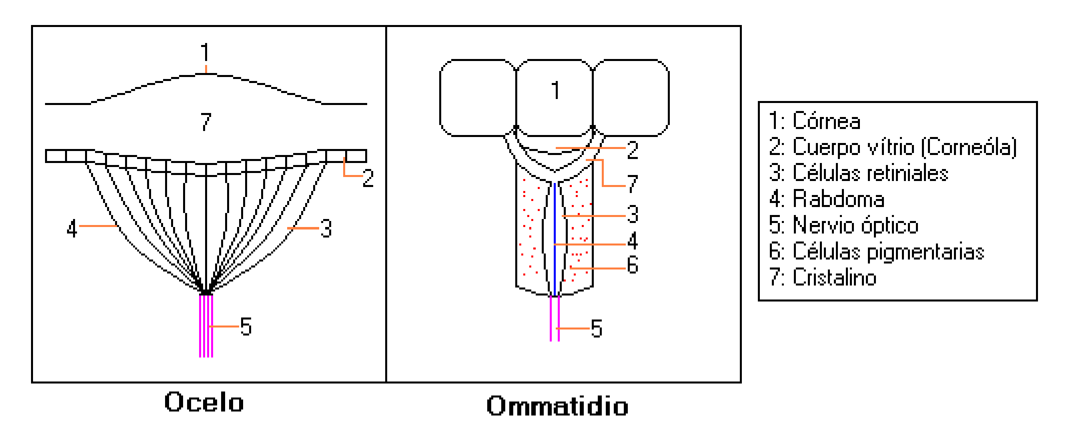
    - Conjunto de axones encargados de transportar las neurohormonas hasta los llamados centros de dispersión. Este transporte puede ser directamente axónico o bien a través de la hemolinfa.

    - Centros de dispersión u órganos neurohormonales, que actúan como almacén de neurohormonas, de manera que si se recibe el estímulo adecuado, éstas serán vertidas a la hemolinfa.

    - Glándulas endocrinas que segregan diversos tipos de hormonas.

  - Por ejemplo, encontramos diversas hormonas que intervienen en la muda de la cutícula, como la ecdisona o la hormona juvenil. En períodos de intermuda hay abundancia de hormona juvenil, que inhibe la muda, mientras que cuando llega el momento de mudar, se segrega mucha ecdisona, provocando así la muda.

- Órganos sensoriales
  - Se trata de órganos muy complejos en la mayoría de los casos.
  - Podemos encontrar pelos o sedas con funciones mecanorreceptoras o quimiorreceptoras.
  - Podemos ver también los órganos de Tömösvary, que pueden tener una función higrorreceptora.
  - Encontramos 2 tipos diferentes de ojos:



    - Simples u ocelos:
      - Constan de 2 partes:
        - Aparato dióptrico, que sirve para enfocar, y por debajo del cual encontramos la segunda parte.
        - Aparato fotosensible, que es una retina formada por células retiniales con pigmentos formando el rabdoma.
      - Encontramos estos ojos en algunos quelicerados.
      - Existen ojos simples de visión directa o diurna, de manera que para optimizar la visión, el rabdoma se sitúa justo pasada la córnea, de manera que si la cantidad de luz es muy elevada se ve muy bien.
      - Existen por otra parte ojos para visión nocturna, en los que el rabdoma se sitúa en la base de las células retiniales, lo que provoca que este ojo funcione mejor con menor cantidad de luz.

- Compuestos
  - Consta de muchas subunidades llamadas ommatidios.
  - Cada ommatidio sigue una estructura similar a la de un ojo simple.
  - Alrededor de las células retiniales encontramos células pigmentarias que absorben la luz.
  - Según la posición de estas hablamos de distintos tipos de ojos:
    - Ojos de aposición:
      - Son los representados en el dibujo.
      - La luz que impresiona al rabdoma es la que entra directamente por el aparato dióptrico.
      - Con este tipo de visión cada ommatidio da una imagen, de manera que después se unen estas en una imagen común.
      - El resultado es una imagen muy nítida, pero muy poco luminosa.

    - Ojos de yuxtaposición:
      - Las células pigmentarias se sitúan a nivel del nervio óptico, con lo que se consigue utilizar una mayor cantidad de luz, ya que se aprovecha la que no es absorbida por los ommatidios vecinos, dando como resultado unas imágenes yuxtapuestas, que son poco nítidas pero muy luminosas.

- Aparato reproductor
  - En la mayoría se ha perdido la disposición metamérica, aunque algunos grupos como escorpiones y algunos insectos la conservan.
  - En la mayoría de grupos encontramos un par de gónadas que pueden haberse fusionado en una sola.
  - La morfología puede ser muy variada en función del grupo
  - En el macho podemos encontrar:
    - Un par de testículos, que pueden ser sólo 1.
    - Un espermiducto que puede derivar en una vesícula seminal, y al que pueden desembocar glándulas accesorias.
    - Se abre al exterior mediante un orificio genital.
    - En muchos grupos podemos encontrar estructuras especializadas en transferir el esperma.
    - Hablamos de órganos copuladores, cuando de la cutícula se han formado excrecencias con ese fin, o bien cuando podemos encontrar gonopodios. Puede tratarse de órganos que no tienen nada que ver con el aparato genital, y que están situados en una posición relativamente alejada.
    - Ejemplo:
      - En los arácnidos hay un claro dimorfismo sexual, de manera que los pedipalpos de macho se han transformado en una especie de jeringa, de manera que los usa para recoger el esperma de sus propias vías genitales y después introducirlos en la hembra.

  - En la hembra encontramos:
    - Uno o dos ovarios, junto con un oviducto que tiene una espermateca y donde desembocan diversas glándulas accesorias.
    - Además puede poseer algunas estructuras que sirvan para la ovoposición.

- Para transmitir el esperma encontramos 2 métodos básicos:
    - Directo mediante cópula.
    - Indirecto mediante espermatóforos.
        - Algunos grupos (pseudoescorpiones) segregan espermatóforos y después tratan de conducir a la hembra sobre él.
        - Otros grupos pueden simplemente segregar el espermatóforo y después abandonarlo a su suerte, de manera que queda a elección de la hembra lo que hacer con él, ya que elige si quiere ser fecundada. En algunos grupos además, las hembras se comen el espermatóforo, almacenando los espermatozoides en unas bolsas que tienen para ese fin. Finalmente segrega el óvulo y se produce una fecundación externa.
        - La fecundación externa es excepcional en los organismos terrestres, pero relativamente normal en los acuáticos.

- Desarrollo postembrionario
    - Todo dependerá del tipo de huevo, ya que encontramos 2 modelos:
        - Anamorfo:
            - Los individuos al nacer no tienen el número definitivo de segmentos, e irán adquiriendo los que les faltan mediante sucesivas mudas.
        - Epimorfo:
            - Al nacer ya tiene el número definitivo de segmentos.
    - El desarrollo postembrionario está condicionado también por lo que salga del huevo, ya que podemos encontrar un individuo juvenil, similar al adulto, pero de menor tamaño, o bien ser totalmente diferente al estado adulto y tener que llegar a él mediante estados larvarios.
    - Los huevos son centrolecíticos

Tema 14: Cordados

- Este tipo carece de la relativa uniformidad morfológica que caracterizaba a anteriores tipos.
- Se trata de organismos que no tienen nada que ver.
- Encontramos:
    - ST. UROCORDADOS (=Tunicados), con alrededor de 1.300 sp.
    - ST. CEFALOCORDADOS, con alrededor de 20 sp.
    - ST. VERTEBRADOS, con más o menos 4.000 sp.

- Existen problemas filogenéticos en este grupo, ya que no está claro si los caracteres comunes son homólogos, pero su mera presencia engloba ya al individuo en este grupo.
- Existen unas características comunes a todo el grupo, que como ya hemos dicho determinan la presencia del individuo al grupo:

    - PRESENCIA DE UN ESQUELETO INTERNO, LA NOTOCORDA.
    - TUBO NEURAL EN POSICIÓN DORSAL, SON EPINEURAS.
    - TIENEN LA FARINGE PERFORADA, LA FARINGOTREMIA.
    - TIENEN UN APÉNDICE CAUDAL POSTANAL, SOBRE TODO EN ESPECIES ACUÁTICAS.

- Los cordados son como con simetría bilateral inicial, aunque la pueden perder, deuteróstomos, celomados, cefalizados y metamerizados.

- NOTOCORDA
    - Aparece por primera vez en los cordados un esqueleto interno, rodeado por células de tejido conjuntivo, que en su conjunto sirve para dar una estructura al individuo.
    - Permite la contracción lateral, pero no la longitudinal.
    - Determina la simetría bilateral.
    - La notocorda va desapareciendo en beneficio de las vértebras.
    - En los urocordados sólo podemos encontrar la notocorda en las fases larvarias, mientras que los cefalocordados poseen siempre notocorda.

- EPINEURIA
    - Ésta característica implica un cambio tanto posicional como morfológico de la cadena nerviosa, que hasta este momento había sido ganglionar.
    - La cadena nerviosa delimita en su interior una cavidad llamada el epéndimo, por la que circula el líquido cefaloraquídeo.
    - La cadena nerviosa no es ganglionar y siempre circula por encima de la notocorda.
    - En los urocordados, la cadena nerviosa desaparece al dejar la fase larvaria.
    - En los cefalocordados se mantiene, pero es relativamente sencilla.
    - En los vertebrados encontramos una progresiva complicación.
    - El sistema ganglionar es externo a la cadena.
    - La epineuria provoca una mayor cefalización y el desarrollo de nuevos órganos sensoriales por parejas.

- FARINGOTREMIA
    - Aparecen a nivel de la faringe unas perforaciones, que permiten el paso del agua.
    - Estas perforaciones sirven principalmente para filtrar, aunque pueden derivar hasta favorecer la respiración.
    - Su formación viene dada ya que se producen invaginaciones en los dos tejidos que componen la faringe de manera que finalmente estas estructuras contactan, formándose las perforaciones.
    - En los urocordados y en los cefalocordados, la faringe no contacta directamente con el exterior, sino que desemboca en una estructura, llamada perifaringe.
    - En los vertebrados no encontramos ninguna estructura externa, y las perforaciones pueden haber derivado incluso hacia estructuras respiratorias.
    - En cefalocordados y urocordados, la hemolinfa circula de manera libre cerca de la faringe, permitiendo así en ocasiones el intercambio de gases, mientras que en los vertebrados, el intercambio se realiza a través de estructuras especializadas como las branquias.

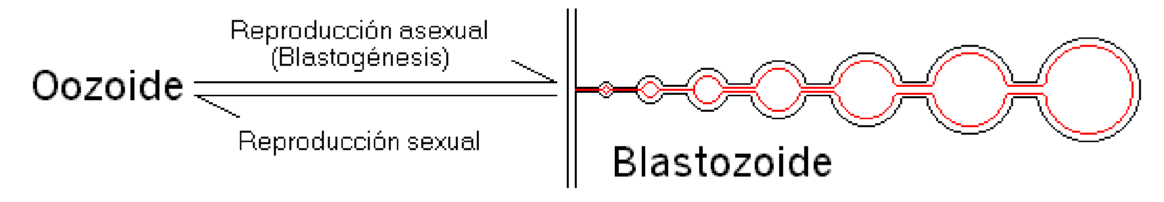
- APÉNDICE CAUDAL POSTANAL.
  - Relaciona la notocorda con la musculatura, permitiendo así ,en ocasiones, en individuos acuáticos, el movimiento, siendo el apéndice incluso básico para el movimiento de algunas larvas.
  - En organismos terrestres sirve de balancín u órgano del equilibrio.

- ST. UROCORDADOS
  - Todos los urocordados son marinos, ya que carecen de la capacidad para regular la presión osmótica.
  - Pueden ser organismos tanto solitarios como coloniales.
  - Pueden vivir fijos a un sustrato, en el litoral marino, o bien estar libres y flotar con el plancton.
  - Los adultos no poseen ni notocorda ni epineuria.
  - Hay 3 clases:
    - Cl. Apendiculáceos
      - No hay casi desarrollo embrionario.
      - Reciben el nombre de perennicordios.
    - Cl. Ascidiáceos
      - Siguen un desarrollo larvario típicamente urocordado.
      - Viven fijos a un sustrato.
      - Poseen una estructura que presenta 2 sifones, entre los cuales existe circulación.
      - Presentan alrededor del cuerpo una túnica que puede ser o bien opaca o bien transparente, o incluso presentar incrustaciones.
      - La parte dorsal es la que se encuentra entre ambos sifones.
      - Estructura interna:
        - La epidermis segrega la túnica, que está formada por una proteína llamada tunicina.
        - Por debajo de la túnica encontramos el mantel, que es fibra muscular lisa.
        - Mantel y túnica tan sólo están unidos por las zonas de los sifones.
        - La faringe se halla relativamente libre en el interior del organismo, puesto que la única zona de contacto entre faringe y mantel es el endostilo.
        - El agua entra por el sifón bucal a la faringe, de la que después saldrá a través de las perforaciones faríngeas, arrastrando productos de excreción.
        - El agua al entrar está llena de nutrientes que pasarán al estómago y de allí saldrán a la cavidad perifaríngea.
        - La faringe de los urocordados tiene también función respiratoria, y es a través de ella por donde se realiza el intercambio de gases, mediante difusión, estando favorecido este sistema por el sistema circulatorio lagunar.
        - El interior de la faringe es ciliado.
        - El endostilo es un surco que recorre toda la parte ventral de la faringe, y su función es la de segregar un mucus, que es repartido por toda la faringe gracias a los cilios.
        - La función de este mucus es la de recoger las partículas alimentarias captadas por los cilios, agrupándolas en una región determinada, el rafe dorsal, que presenta una estructura en forma de “hoz”, que recibe el nombre de lengüetas de Lister, y que tiene como función la de aglutinar el mucus, formando un cordón nutricional.
        - El resto del tubo digestivo está poco desarrollado, de manera que la única estructura destacable es una glándula encargada de segregar enzimas digestivos.
        - Encontramos un corazón, que en realidad debería recibir el nombre de cardio-pericardio, que no es más que un vaso dilatado, rodeado por una cavidad pericárdica de origen celomático, que va alterando la polaridad de la circulación para favorecerla.

- Sistema reproductor
  - Se trata de animales hermafroditas proterandrios.
  - Una vez fecundado el óvulo se crea una larva acuática, que sigue una vida pelágica
  - Es durante el período larvario cuando comienzan a formarse algunas estructuras, como la faringe, que es en realidad el resultado de la superposición de 2 capas endodérmicas, que se perforan en la parte de contacto.
  - El movimiento de la notocorda, combinado con la acción de la musculatura, permite el desplazamiento del organismo.
  - Durante el estado larvario carece de boca.
  - Pasado un cierto tiempo, la larva se adhiere al fondo mediante 3 glándulas, y sigue un proceso de histólisis y fagocitosis, mientras produce nuevos tejidos.
  - Por último se produce una rápida proliferación de la región cercana al sifón bucal, produciéndose así un giro del sifón de 180º con respecto a su posición anterior.
  - El sistema nervioso está reducido a un único ganglio, del que salen nervios.
  - También se puede producir una reproducción asexual, siguiendo un proceso de gemación.

- Tal y como ya hemos dicho, podemos encontrar ascidios simples, ascidios coloniales, que forman colonias, pero cada individuo posee una túnica diferenciada; y ascidios compuestos, que forman colonias con una única túnica.

- Cl. Taliacios.
  - El orificio de entrada y el de salida del agua están situados en lados opuestos del animal.
  - Este organismo puede nadar por lo tanto de manera libre.
  - El agua va a parar a la cavidad cloacal gracias a la lámina branquial.
  - No tienen gónadas.



  - El sistema nervioso consta de un solo ganglio, con nervios que salen de él.
  - En ocasiones puede presentar un pequeño ojo, que puede percibir cambios en la intensidad de la luz.
  - El estolón va creciendo de manera periódica, generando nuevos individuos, tal y como se observa en la figura superior.
  - Los blastozoides son idénticos a los oozoides, con la única diferencia de que los primeros presentan gónadas, 2 testículos y 1 ovario.
  - Son individuos proteroginios.
  - El individuo resultante de la reproducción sexual es el oozoide.
  - Se subdividen en 3 subclases:
    - S. Cl. Salpidios
      - Son siempre solitarios.
    - S. Cl. Dolialidos
      - Sufren un proceso de alternancia de generaciones, pero más complejo.
      - Son individuos solitarios.
      - Tienen un sistema branquial más complejo.
    - S. Cl. Pirosomidos

  - Se trata de organismos coloniales, que comparten una única túnica para todos los individuos.
  - Los sifones cloacales desembocan en el interior, de manera que se usa la corriente generada para mover al individuo, desplazándose por propulsión, estando regulada la corriente por un esfínter muscular común para toda la colonia.
  - Pueden medir desde los 30 cm en el Mediterráneo, hasta 1m en los trópicos.

- Cl. Apendiculiaceos
  - Son individuos tunicados y plantónicos.
  - El cuerpo adulto puede medir alrededor de 1 mm.
  - Tienen un apéndice caudal que es más o menos 10 veces mayor que el resto del cuerpo.
  - La estructura del cuerpo es similar a la de la larva de los ascidios.
  - La faringe tiene una estructura similar a la de los demás urocordados, con la diferencia de que sólo hay 2 hendiduras faríngeas.
  - El sistema de captación de alimento es también similar.
  - Encontramos un corazón de reducido tamaño, pero no hay venas.
  - Se desplaza mediante el uso del apéndice caudal, con ayuda de la notocorda y de la musculatura que la rodea. Además crea una corriente de agua.
  - Son animales hermafroditas proterandrios.
  - Al madurar el óvulo fecundado, se rompen las paredes, para permitir la salida del nuevo individuo, pero esto provoca la muerte del individuo progenitor.
  - El animal vive rodeado de una cápsula, que es donde vivirá.
  - El agua entra en el interior de la cápsula a través de una malla, y en el interior en organismo genera corrientes que usa para filtrar el plancton mediante una pequeña red que segrega él mismo.
  - Cuando la cápsula ya no tiene utilidad para el animal, este la abandona.
  - La cápsula está formada por proteínas.

- ST. CEFALOCORDADOS.
    - Branchystoma
    - Asymmetron
    - Se les conoce a ambos por el nombre de Amphyoxus.
  - Viven en el mar, llegando a medir escasos centímetros.
  - Viven enterrados en el fondo.
  - Estos animales siguen un desarrollo embrionario similar en sus primeras etapas al de los vertebrados, por lo que se les dio gran importancia, aunque hoy en día se ha demostrado que no tienen nada que ver filogenéticamente hablando.
  - En cuanto a su morfología externa se han de destacar tanto la aleta dorsal, la aleta caudal, y la aleta ventral, que al llegar al atrioporo se bifurca en las metapleuras.
    - Existe una teoría que afirma que las metapleuras podrían ser el origen de las extremidades de los vertebrados.
  - A nivel de la boca, encontramos unos tentáculos, que le permiten seleccionar el alimento que pasará hasta el velo, que es un esfínter musculado que actúa a modo de diafragma.
  - Después encontramos una faringe similar a las de los urocordados, puesto que posee tanto hendiduras, como endostilo, y otras estructuras típicas.
  - A través de las perforaciones, el agua pasa al atrio, que desempeña el papel de una cavidad branquial.
  - Al principio del esófago se produce una bifurcación, que, por un lado, conduce a un ciego, y, por el otro conduce a un estómago poco diferenciado.
  - El alimento pasa al intestino directamente, aunque una buena parte de él pasa por el ciego, lugar donde se produce la digestión.
  - El ano está situado en la región caudal.

  - Sistema nervioso

- Encontramos una vesícula neuronal con una única capa de células.
- El tubo neural puede tener diferentes ramificaciones.

- Notocorda
  - Es la estructura esquelética del individuo.
  - A lo largo de todo el individuo podemos encontrar miótomos, o fibras de musculatura.
  - En la notocorda podemos encontrar también fibras de musculatura que permiten el movimiento del individuo mediante la contracción transversal.
  - Los miótomos están desplazados con respecto a los miótomos del lado opuesto media unidad, lo que permite el movimiento.

- Sistema reproductor.
  - Encontramos abundantes gónadas, que al madurar liberan los gametos al atrio, de donde serán arrastrados mediante corrientes de agua.
  - Se produce pues una fecundación externa.

- Sistema respiratorio
  - Es similar al sistema respiratorio de los urocordados, pero más complejo, teniendo un sistema circulatorio abierto.
  - Encontramos un corazón o vaso principal en la región ventral, que conduce la sangre hacia la región dorsal, provocando una circulación en sentido contrario a las agujas del reloj.

- ST. VERTEBRADOS

  - Sistema nervioso
    - Aparece el encéfalo, creado a partir de la región anterior.
    - De 1 sola vesícula pasamos a 5:
      - Telencéfalo
      - Diencéfalo
      - Mesencéfalo
      - Metencéfalo
      - Miencéfalo
    - Cada una de estas estructuras es pluriestratificada, y además se dividen las funciones entre ellas.
    - A partir del encéfalo salen los nervios cefálicos.
    - Toda la estructura está protegida por el neurocráneo.

  - Notocorda
    - Tiende a desaparecer, siguiendo el curso de la evolución.
    - En algunos casos como en los agnatos sigue presente, o se mantiene de manera vestigial, o desaparece como en los vertebrados, siendo sustituida por vértebras.

  - Faringe
    - Siguen existiendo perforaciones en los organismos acuáticos, mientras que en los terrestres se aprecian los vestigios del inicio de la perforación.
    - La glándula tiroides está alojada en uno de estos inicios.

  - Aparato circulatorio
    - El aparato circulatorio está totalmente cerrado, y está separado del sistema linfático.
    - La sangre contiene glóbulos rojos.
    - Este hecho viene dado por el aumento de tamaño y de complejidad de los vertebrados, lo que conlleva una mayor necesidad de hemoglobina, que ha de estar en el interior de los glóbulos rojos.

- Locomoción
  - Está asegurada por miembros plurisegmentados.
  - Encontramos 2 tipos de miembros:
    - Impares, que están relacionados con la columna vertebral.
    - Pares, que están relacionados con la cintura, y pueden o bien tener función natatoria o marchadora.
  - Aparece el esqueleto interno formado por tejido conjuntivo, tejido cartilaginoso y tejido óseo.

- Epidermis pluriestratificada
  - Poseen glándulas que segregan queratina, que es una sustancia característica de los vertebrados.

- Reproducción
  - Se trata de reproducción sexuada, y son organismos con sexos separados.

- Morfología
  - Se diferencian 3 partes externas:
    - Cabeza
    - Tronco
    - Cola

- Hoy en día se desconoce la causa de la aparición de los vertebrados.

- Desarrollo
  - El desarrollo es muy similar en todos los vertebrados.
  - En la parte dorsal, y a partir del ectodermo comienza a formarse la placa neural, los extremos de la cual se van aproximando y convergiendo, hasta fusionarse, dejando en su interior una cavidad, el epéndimo.
  - A la vez que se va cerrando la placa neural, esta se va hundiendo en el embrión, hasta quedar totalmente enterrada en él, quedando protegida por el ectodermo.
  - A partir de esta zona se diferenciará el encéfalo, y quedará delimitada la médula.
  - Los extremos de la placa neural se van manteniendo aparte, hasta que una vez finalizado el proceso se separa formando las llamadas crestas neurales.
  - Estas crestas, cuando el embrión se metameriza, también lo hacen, dando lugar a los ganglios craneáles, relacionados con el encéfalo, y los ganglios raquídeos, relacionados con la médula.
  - Algunas células relacionadas con la cresta migran y dan lugar a nuevas estructuras.
  - La capa epidérmica deriva del ectodermo.
  - El mesodermo se crea mediante un proceso esquizocélico, hasta acabar contactando.
  - En la parte dorsal se diferencia la notocorda, quedando por debajo del tubo neural.
  - Una vez separado ocurren 3 cosas:
    - Se va formando el celoma.
    - Se diferencian las masas mesodérmicas en:
      - Epímero
      - Mesómero (Gononefrótomo)
      - Hipómero (Láminas laterales)
    - Tanto epímero como mesómero se metamerizan.
  - Epímero
    - Encontramos una región interna llamada esclerótomo.
    - Hay una cavidad que se oblitera.
    - La zona más externa recibe el nombre de dermátomo, la parte central es miótomo, y la zona interna es, como ya se ha dicho, el esclerótomo.
    - Dermátomo
      - Ocupa desde la parte media hasta la parte dorsal.
      - Da lugar a la dermis de la región media dorsal del cuerpo.

- Miótomo
    - Forma toda la estructura esquelética de la parte media dorsal.
    - La metamerización ha ido desapareciendo con el paso de la evolución, es decir, no está presente en organismos más complejos.

- Esclerótomo
    - Las células migran y se reorganizan en la zona del tubo neural, para formar el cráneo y la columna vertebral.
    - En los agnatos no forma vértebras, mientras que en los más complejos dan lugar a las vértebras.

- Las láminas mesodérmicas van creciendo hasta contactar, formando en principio el mesenterio ventral, que acabará desapareciendo.

- Mesómero (Gononefrótomo)
    - Formará tanto las gónadas como el riñón.
    - Encontramos pues regiones comunes a ambos sistemas, ya sean conductos,...
    - Sistema excretor:
        - El riñón más primitivo es el pronefros, que drena directamente del celoma. Este sistema persiste únicamente en los agnatos, y en las primeras fases del desarrollo de otros organismos.
        - En sistemas más avanzados, el riñón pasa a drenar directamente del flujo sanguíneo. Este riñón se conoce como mesonefros, y es riñón definitivo de los organismos anamniotos, sin líquido amniótico, es decir, peces y anfibios.
        - En los organismos amniotos se pasa por ambos estados anteriores, pero desapareciendo los dos modelos menos complejos, y formándose el metanefros, que es característico de reptiles, aves y mamíferos. Tiene una estructura similar a la del mesonefros.

    - Hipómero (Láminas laterales)
        - Se forma una cavidad celomática que en los mamíferos está dividida en la cavidad torácica y la abdominal, estando estas dos cavidades separadas por el diafragma, siendo el pericardio una cavidad totalmente independiente.
        - En los vertebrados no hay ningún líquido celomático.
        - Existe una separación entre ambas zonas, que es el mesenterio dorsal, que permite que la zona visceral puede estar relacionado con la cadena nerviosa.
        - La capa mesodérmica que queda de manera externa es la condipleura, que formará la dermis, y otras estructuras.
        - La capa mesodérmica que queda de manera interna es la esplacnopleura, que formará la musculatura lisa.

    - A partir del arquénteron se van formando divertículos, que darán lugar a las estructuras digestivas.

			St. Vertebrados
Agua	Anamniotos	Ectotermos	Sup. Cl. Agnatos
			Cl. Pteraspidomorfos
			Cl. Cefalospidomorfos
			Sup. Cl. Gnatostomados
			Cl. Condrictios
			Cl. Osteictios
Tierra			Cl. Anfibios
	Amniotos		Cl. Reptiles
		Endotermos	Cl. Aves
			Cl. Mamíferos

- *Sup. Cl. Agnatos*
  - No tienen mandíbulas.
  - Carecen de un esqueleto evolucionado.
  - No tienen aletas pares
  - Los radios de las aletas son cartilaginosos.
  - La lamprea tiene 7 hendiduras faríngeas, presentando por lo tanto respiración branquial, mientras que el mixine tiene de 5 a 16 hendiduras, presentando también respiración branquial.
  - Carecen de escamas que recubran el cuerpo anguiliforme de sección circular, que posee multitud de glándulas cuya misión es la de segregar un mucus protector y que favorece el movimiento del animal.
  - Se trata de individuos de vida parásita que se unen a otros individuos mediante unas estructuras en forma de embudo que poseen en la parte frontal, y a unos dentículos que favorecen este anclaje.
  - El corazón tiene tan sólo 2 cámaras: 1 ventrículo y 1 aurícula.
  - El riñón en la lamprea es mesonefrítico, mientras que en el mixine es pronefrítico
  - Tienen un sistema digestivo muy simple.
  - Su reproducción es externa, formando larvas.
  - El mixine es hermafrodita, siendo el único vertebrado hermafrodita, y no posee desarrollo larvario, sino que es directo.

- **Cl. Elasmobranquios**
  - Todos tienen el esqueleto cartilaginoso, cuerpo fusiforme, y una aleta caudal heterocerca.
  - Poseen ya las extremidades pares, es decir, las aletas pectorales y ventrales.
  - Tienen la boca situada de manera infera.
  - Los orificios nasales son ciegos.
  - Las hendiduras faríngeas permiten la respiración mediante branquias separadas, siendo normalmente 5.
  - Tienen mandíbulas.
  - La piel está protegida por escamas placoides, pequeños dentículos de origen mesodérmico, que está anclados por debajo de la piel.
  - Los más primitivos pueden presentar restos de la notocorda.
  - El sistema digestivo presenta una forma de “J”, teniendo en el intestino una válvula en espiral que permite que el alimento quede retenido allí durante algún tiempo.
  - El sistema circulatorio es similar al de los demás peces, con atrio y ventrículo.
  - No presentan vejiga natatoria.
  - El cerebro sigue una estructura más o menos típica, con 2 lóbulos olfativos muy desarrollados y 2 lóbulos visuales con escaso desarrollo.
  - Tienen sexos separados, con gonoductos desembocando a la cloaca, siendo este el lugar donde desembocan tanto el digestivo, como el reproductor como el excretor.

- Realizan la fecundación de manera interna, y el macho puede haber desarrollado en su aleta caudal estructuras especializadas en la cópula, el resultado de la cual son huevos heterolecíticos, dependiendo del desarrollo de los cuales distinguiremos entre:
  - Ovíparos, si ponen huevos de manera normal.
  - Ovovivíparos, si al nacer el individuo se rompe el huevo en el interior del oviducto.
  - Vivíparos, si el huevo se rompe en el oviducto antes de haber completado el individuo su formación, debiendo quedarse allí un tiempo.
- Se trata de organismos con un desarrollo directo
- Estos organismos tienen riñones de tipo mesonefrítico.
- Encontramos 2 subclases:
  - Sub. Cl. Elasmobranquios
    - Tiburones y rayas
  - Sub. Cl. Holocéfalos

- **Cl. Osteictios**
  - El esqueleto es óseo, al igual que el esqueleto de los peces originales, de los cuales derivaron más adelante los peces cartilaginosos.
  - La notocorda sigue presente en los organismos más primitivos, pero es totalmente afuncional.
  - La aleta de estos peces es homocerca.
  - Las escamas pueden ser de 3 tipos:
    - Ganoides
    - Cicloides
    - Ctenoides
  - Encontramos aletas tanto pares como impares, los radios de las cuales pueden ser óseos o cartilaginosos.
  - La boca suele ser terminal.
  - La respiración se produce por branquias, que están protegidas por el opérculo.
  - Suelen tener vejiga natatoria, que les sirve de órgano hidrostático.
  - Tienen un sistema circulatorio similar al de los elasmobranquiomorfos, al igual que el sistema nervioso, pero con la diferencia de que en estos peces está más desarrollado el lóbulo de la vista que el del olfato.
  - La fecundación en estos individuos suele ser externa.
  - El desarrollo suele ser mediante fases larvarias.
  - Encontramos 3 subclases, siendo las dos primeras las más primitivas:
    - Sub. Cl. Crosopterigios
    - Sub. Cl. Dipnoos
    - Sub. Cl. Actinopterigios, a la cual pertenecen la mayoría de especies.

  - Las principales diferencias entre estas 3 subclases son las aletas
    - Sub. Cl. Crosopterigios
      - Ejemplo: Latimeria
      - A nivel de la aleta caudal encontramos un pedúnculo óseo del que sale la aleta en sí, radicando la diferencia en que en los peces actuales no se puede apreciar esta estructura ósea
      - A través de este grupo y pasando por los ripidistios, se llegó a los anfibios.
      -
    - Sub. Cl. Dipnoos
      - Tienen respiración tanto pulmonar como branquial, ya que la vejiga natatoria ha evolucionado a un pulmón.
      - Encontramos 3 géneros
      - Usan los pulmones en las fases de mayor calor, cuando la masa de agua donde viven se seca, quedando protegidos por una cápsula, mientras respiran aire.
      - También se les puede conocer como pulmonados.
      -

- Sub. Cl. Actinopterigis
  - Sup. O. Condrostios
    - Mantienen parte de cartílago.
  - Sup. O. Holostios
    - Existen sólo 2 géneros
    - Annia y
  - Sup. O. Teleostios
    - Existen más o menos 40 órdenes

- **Cl. Anfibios**
  - Aparecen las primeras estructuras terrestres.
  - Están casi totalmente osificados.
  - No tienen exoesqueleto, aunque pueden tener escamas en la epidermis, que además segrega un mucus.
  - Poseen cromatóforos que les dan un color característico.
  - Efectúan la respiración mediante diversos sistemas:
    - Las larvas respiran vía branquias.
    - Los adultos pueden respirar mediante pulmones, o gracias a la respiración cutánea.
  - Los orificios nasales llevan directamente a la boca.
  - Se ven obligados a realizar una respiración pulmonar activa, ya que carecen de diafragma.
  - El sistema circulatorio ha derivado a un sistema con 2 aurículas y 1 ventrículo.
  - Son animales ectotérmicos, que no pueden regular su temperatura interna.
  - La excreción funciona mediante riñones mesonefríticos.
  - Presentan sexos separados, con el tipo de fecundación dependiendo del tipo de animal:
    - En salamandras o tritones, se trata de una fecundación interna mediante espermatóforos, mientras que en ranas es una fecundación externa.
  - Existen 3 grupos dentro de esta clase:
    - O. Gimnoficos (Gimnofiones), que no tienen patas.
    - O. Caudata (Caudados), Urodeos, son la salamandra o el tritón.
    - O. Anara (Anuros), son las ranas (Salientia).
  - Estos animales pueden ya articular el cráneo, gracias a la primera vértebra, aunque sólo pueden hacer un movimiento dorso-ventral.

- **Cl. Reptiles**
  - Han continuado la adaptación a la vida terrestre.
  - Tienen un cuerpo muy protegido por escamas.
  - No tienen glándulas externas.
  - Las extremidades de los individuos de esta clase suelen tener 5 dedos, aunque los ofidios no tienen extremidades.
  - Las 2 primeras vértebras se han diferenciado en atlas y axis, de manera que se permiten movimientos laterales, provocando así un desarrollo del cuello.
  - Estos organismos sólo tienen ya respiración pulmonar.
  - El sistema circulatorio tiene sólo 3 cámaras, excepto en los Crocodilianos, en los que tiene 4.
  - Son animales ectotérmicos, que no pueden regular su temperatura interna.
  - Su sistema excretor está basado en un riñón metanefrítico.
  - Los organismos presentan ambos sexos separados, produciéndose la fecundación de manera interna, y da como resultado huevos telolecíticos.
  - Son los primeros organismos amniotos, es decir, son los primeros en tener amnios, que se mantendrá a lo largo de la evolución en aves y mamíferos primitivos.
  - Aparte de esta primera membrana de protección, aparece otra, que es donde irán a parar los productos metabólicos durante el desarrollo del individuo.

- Cl. Reptiles
  - O. Quelonios → Tortugas
  - O. Escamosos
    - Sub. O. Saurios
    - Sub. O. Ofidios → Serpientes
  - O. Crocodilianos → Cocodrilos
  - O. Rincocéfalos → *Sphenodom punctatum* (Tuatara)

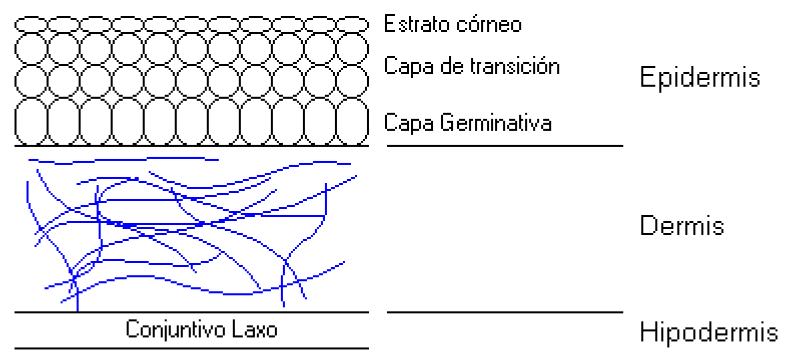
- **Cl. Aves**
  - Han adaptado las extremidades anteriores para volar, aunque en algunas especies esta capacidad se ha perdido.
  - Las extremidades posteriores son marchadoras, y tienen escamas de origen reptiliano.
  - La piel está recubierta de plumas.
  - La piel no tiene glándulas, con excepción de una situada en la región de la cola, cuya función es segregar un tipo de grasa que permite al ave arreglarse las plumas, al tiempo que lubrifica.
  - Poseen un esqueleto muy desarrollado, formado por huesos huecos, ya que en el interior tienen las estructuras llamadas sacos aéreos, junto con unas estructuras que aportan consistencia al hueso.
  - Presentan además un cráneo muy osificado, aunque relativamente esponjoso.
  - Estos organismos no tienen dientes óseos, aunque tienen alguno cartilaginoso, sino que tienen pico.
  - El sistema circulatorio es muy similar al de los mamíferos, pero con la diferencia de que circula al revés y que los eritrocitos de las aves son nucleados.
  - Son animales endotérmicos, que pueden comenzar a regular su temperatura interna.
  - Presentan un sistema respiratorio pulmonar, que cuenta con la ayuda de los sacos aéreos.
  - Poseen una estructura llamada siringe, por la que al pasar el aire se produce el canto típico de muchos de los organismos que pertenecen a esta clase.
  - Encontramos un sistema excretor formado por un riñón metanefrítico, cuyo conducto va a desembocar en la cloaca, por donde se vierte la orina semisólida formada por ácido úrico.
  - El sistema reproductor se caracteriza por las siguientes características:
    - Presentan sexos separados.
    - Las hembras tienen ovarios y oviductos, pero sólo es funcional el situado en la parte izquierda del animal.
    - La fecundación es interna.
    - El huevo que se forma tras esta es telolecítico con amnios y alantoides.
    - Podemos encontrar 2 comportamientos diferentes al nacer el individuo:
      - Nidícolas o altriciales, si al nacer no pueden volar ni valerse por sí mismos, las aves se quedan en el nido, dependiendo de los padres.
      - Nidífugos o precoces, si al nacer abandonan el nido, y pueden valerse por sí mismos.

- Cl. Aves
  - Sub. Cl. Arqueornitas
    - Son todos fósiles, entre ellos el Archaepterix, que fue durante mucho tiempo considerada el ave más primitivo, ya que en él se encontraban tanto características de ave como de reptil. Hoy en día se han encontrado restos fósiles más primitivos.
  - Sub. Cl. Neornitas
    - Son los pájaros actuales.

- **Cl. Mamíferos**
  - Presentan el cuerpo recubierto de pelo.
  - La epidermis presenta un sinfín de glándulas diferentes.
  - Un paso evolutivo de los reptiles a los mamíferos es la heterodoncia, es decir, dientes diferentes, de los segundos, respecto a la homodoncia de los primeros
  - La mandíbula ha quedado reducida a un solo hueso, el dentario.
  - Aparece el paladar secundario entre el paladar primario y la cavidad bucal, delimitando así un nuevo espacio que permite a los mamíferos comer mientras respiran.
  - Otro hecho característico de los mamíferos es la aparición del pabellón auricular, y la aparición de los párpados como estructura protectora del ojo.
  - El sistema circulatorio de los mamíferos se basa en 4 cámaras, de las cuales la sangre sale por la aorta izquierda. Este sistema circulatorio se caracteriza además por la presencia de eritrocitos no nucleados y de estructura bicóncava.
  - En los mamíferos aparece el diafragma, que no posee ninguna otra clase.
  - El sistema excretor se basa en riñones metanefríticos, cuyo uréter desemboca en la vejiga urinaria.
  - Son animales endotérmicos, que tienen una temperatura regulada.
  - En cuanto al apartado del aparato reproductor cabe destacar la presencia de sexos separados, produciéndose fecundación interna, que no da lugar a ningún huevo, excepto en los monotremas. Encontramos una placenta con su amnios y su alantoides.
  - Cl. Mamíferos
    - Sub. Cl. Prototerios
      - O. Monotremas
        - Reproducción mediante huevos.
        - Presenta una larva poco desarrollada.
        - Extremidades tipo reptil.
        - La alimentación inicial se produce mediante glándulas mamarias, pero estas no están del todo desarrolladas, ya que no están organizadas.
        - Un ejemplo es el ornitorrinco.
    - Sub. Cl. Terios → Reproducción en placenta.
      - Infra. Cl. Metaterios
        - Esta infraclase presenta sólo una placentación primaria, de manera que el embrión la abandona antes de estar completamente desarrollado, teniendo que alcanzar para completar su desarrollo la bolsa marsupial.
        - O. Marsupiales
      - Infra. Cl. Euterios.
        - Hay más de 18 órdenes, aunque todas presentan una placenta bien formada.

Tema 15: Anatomía comparativa de los principales sistemas de los vertebrados

- Sistema tegumentario → Piel
  - En los vertebrados tiene muchas modificaciones, en función de la clase a la que pertenezca, habiendo un importante cambio de la piel en función de la aparición de la mandíbula, y según el hábitat del organismo, ya sea acuático o terrestre.
  - Una de sus funciones es proteger al organismo del exterior, ya que tiene la capacidad de segregar una serie de estructuras de protección, ya sean escamas, pelos, plumas, picos, cuernos, astas,.... Todas estas estructuras que sintetiza la piel reciben el nombre de faneras.
  - Dentro de lo que llamamos piel distinguimos entre epidermis y dermis.
  - En invertebrados la epidermis es monoestratificada y presenta una estructura que es la cutícula.
  - En los vertebrados la epidermis es pluriestratificada.



  - Las estructuras de protección pueden derivar de estos estratos.
  - En caso de encontrar vertebrados que realicen cambios de mudas, sólo se cambia el estrato córneo de la epidermis.
  - Como ya hemos dicho, en los vertebrados encontramos un elevado número de glándulas, que se originan en la epidermis.
  - La función de las glándulas es muy variable, como por ejemplo, los acuáticos segregan un mucus protector, que les protege de agresiones externa y que favorece su movimiento en el agua.
  - Encontramos varios modelos de glándulas:
    - Las unicelulares, que son las más simples y segregan mucina, que forma el mucus.
    - Las pluricelulares, que están formadas por invaginaciones del estrato germinativo hacia el interior de la dermis. De estas encontramos 2 modelos diferentes:
      - Tubulares, cuando el conducto es de diámetro uniforme, dentro de este tipo podemos encontrar glándulas simples, ramificadas o compuestas.
      - Alveolares, el conducto se abre a un alvéolo, donde están ubicadas las células de secreción. En este grupo también podemos encontrar simples, ramificadas o compuestas.

  - Las glándulas sudoríferas de los mamíferos son tubulares, o también las mamarias de los monotremas.
  - Las glándulas venenosas de los ofidios, las sebáceas, o las mamarias de los demás mamíferos responden a la estructura alveolar.
  - También existen clasificaciones en función del método de secreción:
    - Merocrina, la célula va segregando, pero no se altera, estas glándulas suelen ser mucosas.
    - Holocrina, se rompe la pared celular para liberar la sustancia a segregar, provocando la muerte de la célula. Este tipo de glándulas suelen ser sebáceas.
    - Apocrina, se libera una parte del citoplasma, quedando la célula reducida en tamaño, y la sustancia se segrega normalmente. Este es el caso de las glándulas mamarias.

- También se diferencian en función de la sustancia que segregue cada glándula:
  - Mucosas, si segregan mucina, que formará el mucus.
  - Serosas, si segregan sustancias líquidas, como por ejemplo las glándulas sudoríferas.
  - Oleosas, si segregan sustancias grasosas, como por ejemplo las glándulas sebáceas.

- Organismos acuáticos
  - Los agnatos están rodeados por glándulas mucosas unicelulares.
  - Los housciformes tienen un sinfín de glándulas que serán o bien multicelulares, o bien alveolares simples.
  - Otros pueden tener incluso glándulas venenosas.
  - En el caso de los peces abisales podemos encontrar fotóforos, que generan luz, y que se consideran glándulas modificadas.

- Anfibios
  - No tienen escamas, lo que provoca que tengan la piel siempre húmeda, lo que les protege de la desecación y favorece el intercambio de gases.
  - En algunos anfibios podemos encontrar glándulas de veneno, como por ejemplo en algunas salamandras y en algunos sapos, se perciben por encima de los ojos unos abultamientos que contienen el veneno, que se conocen como glándulas parótidas.
  - En la boca de las larvas encontramos glándulas que les permiten ablandar la concha que les envuelve, para poder así romperla y ser libres.

- Reptiles
  - Se han de proteger de la desecación, por lo cual tienen escamas, que además cumplen una función protectora.
  - No tienen glándulas, con excepción de las de protección y de las reproductoras.
  - El diente de las serpientes es hueco por dentro, y conduce a una glándula de veneno.

- Aves
  - No tienen ninguna glándula con excepción del uropigio, que está situado en el lugar donde se implanta la cola, que es una glándula alveolar que consta de 2 partes, y segrega una grasa, cuya utilidad es la de proteger al individuo, impermeabilizarle y permitirles arreglar sus alas.

- Mamíferos
  - Los mamíferos tienen muchas glándulas diferentes repartidas por todo el cuerpo, aunque todas derivan de 2 tipos: sebáceas y sudoríferas.
  - Encontramos glándulas sebáceas en todo el cuerpo, con excepción de las palmas de las manos y de las plantas de los pies. Estas glándulas están relacionadas con los folículos pilosos.
  - Las glándulas sudoríferas segregan un líquido, que puede desempeñar diversas funciones, por un lado sirve para la eliminación de metabolitos, y por otro sirve para regular la temperatura.
  - No todos los mamíferos tienen las glándulas igual distribuidas.
  - En la raza humana están distribuidas por todo el cuerpo, pero tanto su distribución como su cantidad pueden variar en función de la etnia.
  - Las glándulas mamarias propias de los mamíferos son en realidad glándulas sudoríferas modificadas, de manera que se trata de glándulas alveolares, que consisten en una serie de conductos galactóforos, que si se reúnen en un solo sitio se denomina a este mama, mientras que si los productos se almacenan se le denomina ubre.

- Faneras
  - Podemos encontrar también escamas, que pueden tener 2 orígenes: epidérmico y dérmico.
    - Las de origen epidérmico son en realidad derivados cornificados del estrato germinativo de la epidermis. Son raras en anfibios, pero relativamente comunes en reptiles. Están sujetas a procesos de muda.
    - Las de origen dérmico se originan como su nombre indica en la dermis, y son de origen mesenquimático, tratándose en realidad de estructuras óseas. Son comunes en peces, reptiles, y forman algunos huesos del cráneo de algunos vertebrados terrestres.

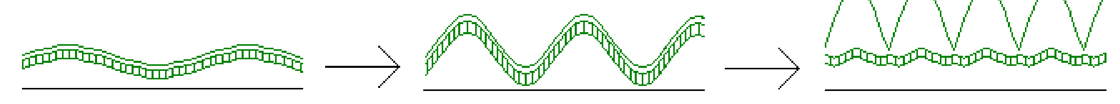
  - Dependiendo del grupo al que pertenezca el individuo encontraremos diferentes estructuras:

    - Agnatos
      - No hay escamas protectoras.
      - Sólo cabe destacar como formaciones dérmicas los dentículos.

    - Pisciformes
      - Todos los individuos tienen escamas dérmicas, y las podemos encontrar de 4 tipos:
        - Ganoides: son las más primitivas, y están formadas por gonoína.
        - Placoides: Son las escamas de los tiburones, son en realidad pequeños dentículos, que según van creciendo, y al contactar con la epidermis, esta segrega una capa externa llamada vitrodentina, que recubre a la estructura que va creciendo y que recibe el nombre de dentina. Los dientes siguen un proceso similar.
        - Ctenoides: Son placas translúcidas, con una zona basal fibrosa, y una capa ósea por encima. La diferencia entre este tipo de escama y la siguiente es la zona por donde se une al pez, siendo en este caso unos pequeños dentículos.
        - Cicloides: Son placas translúcidas, con una zona basal fibrosa, y una capa ósea por encima. La diferencia entre este tipo de escama y la anterior es la zona por donde se une al pez, siendo en este caso una zona lisa y semicircular.

    - Anfibios
      - No podemos hablar de escamas.

    - Reptiles
      - Las escamas externas son de origen epidérmico, pero pueden presentar por debajo una capa dérmica.
      - En muchos casos como en el caso de saurios y ofidios, se va produciendo de manera cíclica un proceso de cambio de piel, de muda, que se produce debido a un crecimiento diferencial.



      - A la hora de realizar la muda se genera una nueva capa de tejido córneo, que es el que después se solidificará y endurecerá para dar lugar a la nueva escama.
      - En los reptiles que pertenecen a los quelonios o a los crocodilianos, no se producen mudas, sino que se van sintetizando nuevas escamas, cada vez mayores, y por lo tanto, lo que se produce es un desgaste de las escamas más viejas. Por debajo de las escamas podemos encontrar en estos 2 grupos un esqueleto dérmico, que va creciendo, de manera que también incluye las costillas del individuo.

        - En cocodrilos, por ser una de los órdenes de reptiles más evolucionados, podemos apreciar la aparición de huesos de membrana en zonas determinadas.
        - En los reptiles más primitivos, por otra parte, podemos encontrar costillas a nivel abdominal.
        - En mamíferos también podremos encontrar huesos dérmicos en determinadas localizaciones, como la rótula.

    - Aves
        - Tienen escamas en las patas.
        - Tienen el cuerpo recubierto de plumas, de las que podemos observar distintos tipos:
            - Filoplumas, que son planas y largas, con pequeños filamentos en un extremo, que les dan sensibilidad.
            - Plumolas, tienen pequeños radios, y presentan filamentos no fusionados, estas plumas sirven al animal para poder regular su temperatura.
            - Aparte de estos 2 modelos, encontramos otros modelos de plumas, cuyos radios son más variados en tamaño, y cuyos filamentos están fusionados mediante pequeñas barbas situadas sobre cada uno de los filamentos, que dan consistencia al ala, permitiéndole desempeñar su función que es la de volar.

    - Mamíferos
        - No presentan ningún tipo de escamas dérmicas, aunque algunos presentan escamas epidérmicas.
        - El hecho diferencial de los mamíferos es que todos ellos tienen el cuerpo cubierto de pelo, que desempeña 2 funciones, por un lado la protectora, y por otro sirve para regular la temperatura del organismo.
        - Los pelos surgen de una estructura denominada folículo peloso, que es una invaginación de la epidermis sobre la dermis, segregando la primera finalmente el pelo en sí.
        - Podemos encontrar además especializaciones de loes pelos, como por ejemplo los pelos táctiles, o incluso podemos encontrar pelos transformados en espinas, como los de un erizo.

- Junto a estas estructuras podemos encontrar otras como las siguientes:
    - Picos, son estructuras que sustituyen a la dentición.

    - Garras, que son en realidad estructuras de protección de la tercera falange de aves y reptiles. Están formadas por queratina, y sus dos partes se denominan unglis y subunglis, según su posición.

    - Uñas, su función es similar al de las anteriores, pero no el subunglis no está tan desarrollado.

    - Pezuñas, al igual que los casos anteriores, su función es proteger la última falange de estos individuos. En este caso unglis y subunglis han adquirido una disposición perpendicular, siendo el unglis la estructura que contacta con el sustrato.

    - Cuernos, de los bóvidos, y astas.
        - Estas estructuras existen sólo en mamíferos, aunque en los reptiles del secundario también se podían dar.
        - Distinguimos entre 2 tipos:
            - Artiodactiles, que son propios de los toros y similares.
            - Perisodactiles, que son más comunes en rinocerontes y similares.

- Podemos encontrar 4 tipos diferentes:
  - Cuernos de fibras de queratina
    - Se trata de fibras de queratina cohesionadas, proviniendo en ese caso únicamente los componentes del cuerno del epitelio.
    - Son los cuernos de los rinocerontes africanos, con 2 cuernos, y asiáticos, con sólo 1 cuerno.

  - Cuernos huecos
    - Son característicos tanto de bueyes como de toros.
    - Se trata de una excrecencia dérmica del frontal, segregando la epidermis una capa córnea alrededor de ella.
    - Se trata de estructuras perennes, que no caen o decrecen.

  - Cuernos con púa
    - Son exclusivos de la antilocapra, organismo que vive de manera exclusiva en las rocosas.
    - Se trata de un núcleo óseo, que es rodeado por el epitelio, que a su vez segrega una capa córnea, que recubre por lo tanto todo el cuerno.
    - Presenta, en un lado, otra excrecencia, de ahí su nombre.
    - Se trata de estructuras perecederas que se renuevan anualmente.

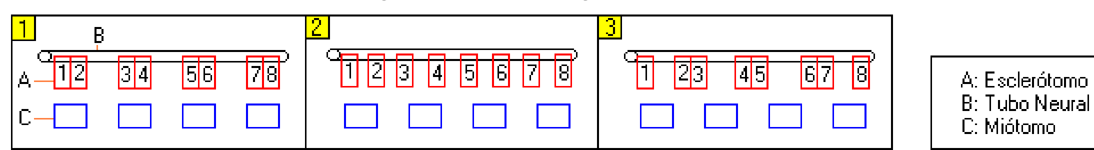
  - Astas
    - Son típicos de renos, ciervos,...
    - Se trata de un proceso cíclico, ya que cada año se deben renovar las astas, que crecen en primavera y verano, para caer cada invierno.
    - Se produce un crecimiento óseo, que es recubierto por la epidermis, pero en este caso, en otoño, el animal sufre un proceso de necrosis en las células de la piel del asta, provocando así su caída, quedando únicamente el núcleo óseo a la vista, que en invierno, y debido a otro proceso de necrosis caerá en invierno.
    - A diferencia de anteriores casos, las astas son en realidad únicamente núcleos óseos.
    - Como son perecederas, y se renuevan cada año, según el animal se va haciendo mayor las astas tendrán una mayor complejidad y longitud.

- Esqueleto
  - Confiere la estructura propia del cuerpo, ya esté compuesto por hueso o cartílago.
  - Desempeña diversas funciones, ya que aparte de dar estructura al cuerpo, protege centros de vital importancia como la médula o el cerebro, sirviendo además de soporte de la musculatura estriada, permitiendo por lo tanto también el movimiento.
  - Encontramos 2 tipos de esqueleto:
    - Exoesqueleto:
      - Son estructuras esqueléticas formadas a partir de huesos de membrana, que están además situadas de manera relativamente superficial.

- Endoesqueleto:
    - Son estructuras esqueléticas subcutáneas, pudiendo participar en su formación cualquier tipo de hueso o cartílago.
    - Consta básicamente de 2 partes:
        - Somática
            - Está formada por el esqueleto axial y por el apendicular.
                - Esqueleto axial
                    - Columna vertebral
                    - Cráneo
                    - Costillas
                    - Esternón.
                - Esqueleto apendicular
                    - Extremidades
                    - Cinturas, que relacionan las extremidades con el esqueleto axial
                        - Escapular y pélvica

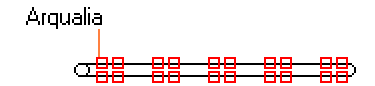
        - Visceral
            - Arcos branquiales
            - Cartílagos mandibulares
            - Huesos del oído.

- Columna vertebral
  - Es la única estructura metamerizada.
  - Protege la médula espinal y da soporte a la musculatura.
  - Se extiende a lo largo de todo el cuerpo.
  - Es donde están soportadas las cinturas:
    - La relación entre la cintura escapular y la columna vertebral es únicamente muscular, ya que no hay contacto directo.
    - La unión entre la cintura pélvica y la columna vertebral es más directa, mediante los huesos pélvico y la región sacra.
  - La columna es cartilaginosa tanto en los agnatos como en los condrictios.
  - El origen de la columna es el esclerótomo.
  - La columna sigue la estructura siguiente:

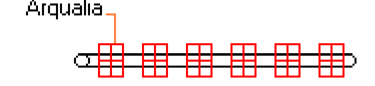


    - Si sigue la estructura indicada en 1, no se podrá articular, por lo tanto cada sección del esclerótomo se divide en dos secciones más pequeñas, marcadas de 1 a 8.
    - Las piezas se separarán tal y como indica el esquema 2.
    - Las piezas tenderán a fusionarse de nuevo, pero no con su pareja original, sino con su antiguo vecino, tal y como se aprecia en la figura 3.
    - Una vez se ha formado esta estructura, la columna vertebral ya se puede articular, ya que los miótomos ya puede relacionarse con los fragmentos del esclerótomo.
    - Podemos encontrar 3 tipos de vértebras, en función del grado de alteración de la notocorda:

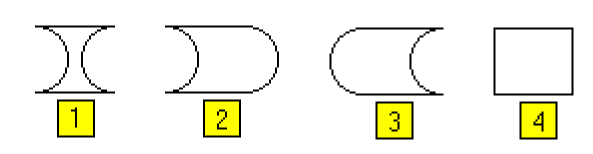
      - Vértebras aspóndilas, o vértebras sin cuerpo:
        - En agnatos encontramos fragmentos del esclerótomo agrupados alrededor de la notocorda, tal y como se indica a continuación.
        - No es una auténtica vértebra per se.

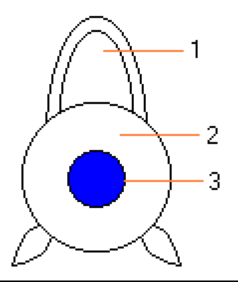


      - V. Hemispóndilas.
        - Las arqualias se unen, pero sigue existiendo la notocorda. Siguen la siguiente estructura:



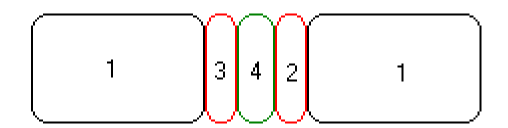
- V. Holospóndilas.
  - Se produce la aparición definitiva de las vértebras, de manera que se va sustituyendo la notocorda. Tienen aproximadamente la siguiente estructura:
  - La vértebra representada en el dibujo se correspondería con una vértebra primitiva, ya que en los mamíferos ha desaparecido el cordacentro.





1: Arcentro, protege la médula espinal
2: Autocentro, es un derivado de las masas mesodérmicas
3: Cordacentro, sustitución de la notocorda

- Encontramos dentro de este tipo de vértebras 4 posibilidades, indicadas en un esquema superior:
  - El modelo 1 es el modelo anficélico, que es propio de los teleostios.
  - El modelo 2 es el modelo procélico, propio tanto de anfibios como de reptiles
  - El modelo 3 es el modelo opistocélico, propio tanto de anfibios como de reptiles.
  - El modelo 4 o acélico es característico de los mamíferos, que poseen además una estructura en la columna, de la que carecen los demás vertebrados.



1: Vértebra
2: Epífisis craneal
3: Epífisis caudal
4: Disco intervertebral

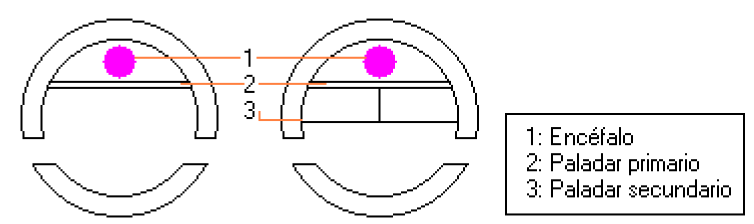
- Lesiones en el disco intervertebral, tales como desplazamientos, aplastamientos,... , pueden provocar lesiones, como la lumbalgia.

- Origen y estructura del cráneo
  - Su función es la de proteger al encéfalo.
  - Tiene diversos componentes:
    - Se denomina neurocráneo a la parte que rodea a todo el encéfalo, pero el neurocráneo está a su vez dividido en condrocráneo, derivado del cartílago; y dermatocráneo.
    - El resto del cráneo se conoce como esplacnocráneo
  - Se origina cuando las células del esclerótomo rodean el encéfalo, formando el cráneo membranoso.
  - La formación del cráneo se inicia en la base de este.
  - Se va formando cartílago en la base del cráneo, y después se va extendiendo, de manera que llegados a este punto se plantean 2 posibilidades:
    - Se sigue formando cartílago, dando lugar a un cráneo cartilaginoso
    - La parte de la base del cráneo se osifica, mientras que el resto del cráneo se forma a partir de huesos de membrana.

  - Origen y función del condrocráneo
    - En la parte de la base del cráneo están incluidas las fosas auriculares y nasales, pero no las oculares, de manera que cuando se osifica, los ojos conservan un espacio libre, lo que les permite moverse. Antes de osificarse, el cartílago se expande en todas las direcciones, pero evitando, como ya hemos dicho, las órbitas oculares.
    - A través de la ventana hipofisaria, es por donde entrarán las carótidas y la hipófisis.
    - Al pasar de los agnatos a los gantostomados se forma por un lado la boca, con su mandíbula, y por otro los arcos viscerales, que darán forma a las branquias.
    - No se han encontrado fósiles de la aparición exacta de las mandíbulas, ya que los que hay muestran una formación mandibular ya completa.
    - Por otro lado, los arcos viscerales han ido evolucionando, ya que los originales eran de una sola pieza, mientras que los más avanzados ya tienen 4 partes.
    - Fue precisamente el primer arco el que derivó hacia la formación de la mandíbula, que está formada en esos individuos por el palatocuadrado y por el cartílago de Meckel.
    - Para unir la mandíbula, dar mayor consistencia y fuerza a la mandíbula, el segundo arco también se ha modificado, dando lugar a otras estructuras como el hiomandibular.
    - El resto de arcos casi no se modifican, ya que continúan desempeñando la misma función.
    - En organismos más avanzados, los arcos viscerales han ido derivando y han quedado como restos evolutivos.
    - Las modificaciones de los dos primeros arcos han provocado otros cambios, ya que la primera hendidura se ha transformado en el espiráculo, estructura que derivará hasta formar la trompa de eustaquio, órganos que une la cavidad bucal con el oído medio.
    - En los vertebrados óseos la parte posterior del palatocuadrado ha formado el cuadrado, mientras que la parte anterior se ha unido al cráneo.
    - En lo que respecta al cartílago de Meckel, tenemos 2 opciones, ya que se osifica por un lado la parte posterior, dando lugar al articular, mientras que la parte anterior es rodeada por huesos de membrana.
    - La articulación pasa a ser entre los 2 nuevos huesos, articular y cuadrado.
    - El hiomandibular pierde su función y se traslada al espiráculo, dando lugar a la columela, que es el primer huesos en transmitir el sonido dentro del oído.

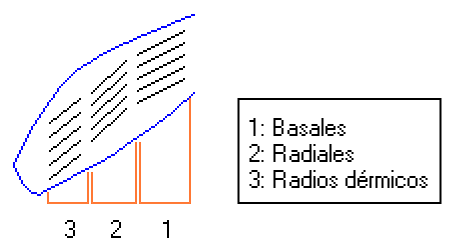
- Después de la aparición de la mandíbula, encontramos otro importante paso evolutivo en la transformación de reptiles a mamífero, pero al igual que en el caso anterior no encontramos casi fósiles que muestren el paso.
- Uno de los cambio más importantes radica en que las mandíbulas de todos los organismos anteriores a los mamíferos tenían la mandíbula formada por 7 piezas, mientras que los mamíferos la tienen formada únicamente por una, el dentario, que ha ido creciendo, de manera que desplaza a otros huesos, como el articular o el cuadrado, que se introducen en la trompa de eustaquio.
- La articulación cambia también, pasando a ser mamiferoide, de manera que la articulación pasa a estar centrada en el hueso escamoso, que tiene un origen de membrana.
- Los 3 huesos que han ido al sistema auditivo evolucionan hasta convertirse en los huesos característicos del sistema auditivo:
    - La columela pasa a ser el estribo, el articular el martillo y el cuadrado pasa a llamarse yunque.

- Aparición del paladar secundario

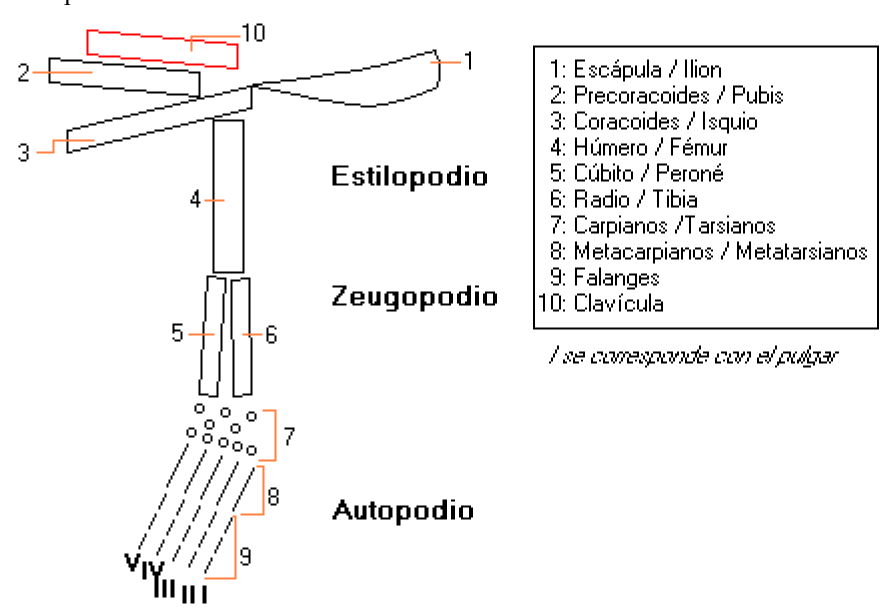


- El paladar secundario es una estructura que permite respirar mientras se tiene algo en el interior de la boca.
- Está formado por Premaxilar – Maxilar – Palatino.
- Encontramos un tabique intermedio llamado etmoide.
- En los cocodrilos se aprecia ya un posible inicio de formación de esta estructura.

- Aparición de las extremidades pares.
  - Este paso evolutivo se produjo a la vez que se produjo la aparición de las mandíbulas, es decir, de agnatos a gnatostomos.
  - Existe una teoría que permite explicar la aparición de las aletas pares, que es la llamada teoría del pliegue aleta.
    - Por fragmentación de las aletas continuas de los agnatos se han formado las aletas pares de los peces.
    - Esta teoría se basa en los siguientes puntos para afirmar esto:
      - Tienen un esqueleto interno en 3 piezas.
      - En los cetáceos se produce a nivel embrionario una condensación de las fibras cartilaginosas.
  - El paso de los peces a los tetrápodos se puede también explicar.



    - Mediante la condensación de las piezas basales se llega a una estructura que recuerda a las cinturas.
    - Los radiales se van modificando hasta dar lugar a la extremidad en sí, mientras que los radios dérmicos darán lugar a la mano o pie.
    - Esta evolución se dio de forma paralela en extremidades anteriores y posteriores.



    - A nivel de la extremidad anterior, los mamíferos sólo tenemos la escápula, carecemos pues de las demás estructuras, pero a nivel de las extremidades posteriores tenemos todas las piezas.
    - Si existe un proceso de reducción de dedos, se eliminarán siempre los más exteriores, siguiendo el siguiente proceso: I – V – II – IV – III. De esta manera siempre quedará como mínimo la falange central.

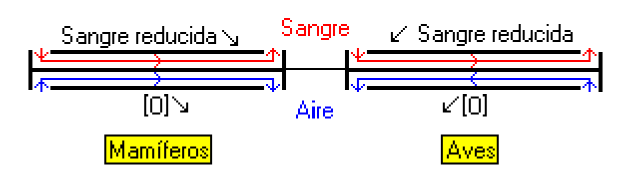
- Sistema respiratorio.
  - Se han de cumplir estos requisitos:
    - Han de ser estructuras muy vascularizadas.
    - Han de ser zonas membranosas muy delgadas, para permitir el intercambio de gases.
    - Han de tener siempre una humedad relativamente elevada.
    - Ha de haber una buena circulación.
  - Suelen ser estructuras vinculadas a la faringe.
  - En algunos casos la superficie de la boca puede actuar en el intercambio de gases.
  - En otros casos podemos encontrar organismos que ingieran burbujas de oxigeno, que después absorberán a través del intestino.
  - Algunos pueden absorber oxigeno a través de la cloaca.
  - Encontramos 2 tipos de branquias:
    - Internas:
      - Son láminas branquiales situadas de manera paralela a nivel de las hendiduras faríngeas, generándose a partir del endodermo.
      - Cada lámina branquial recibe el nombre de hemibranquia, mientras que el conjunto de cada pareja de hemibranquias alrededor de un solo arco visceral recibe el nombre de holobranquia.
    - Externas
      - Se desarrollan a partir del tegumento, y son las branquias propias de los anfibios.
  - En cada branquia encontramos una serie de septos cartilaginosos, que se prolongan más allá de donde acaba la lámina branquial, de manera que estos septos determinan las hendiduras laterales de los condrictios.
  - Encontramos una serie de espinas situadas a nivel de la faringe en cada branquia, de manera que impiden que el alimento penetre en las branquias.
  - Una de las diferencias entre los osteictios y los condrictios por lo tanto radica en la desaparición del septo cartilaginoso en los osteictios, y la aparición del aspiráculo, que es una estructura ósea derivada del hiomandibular.
  - Anfibios
    - El corazón sólo tiene 1 cámara, lo que provoca que no haya una total separación de la sangre oxigenada y reducida.
    - Poseen un vaso que circula muy cerca de la parte dorsal, provocando así que se produzca un intercambio de gases a través del tegumento, haciendo que la sangre que llega al corazón esté ya en buena medida oxigenada.
    - En algunas fases pueden presentar branquias, que son pequeñas series de láminas, que no son más que prolongaciones del epitelio muy irrigadas.
    - Las larvas de los anfibios tienen branquias externas, los adultos pulmonar, y en muchos casos además cutánea.
    - Inicialmente las larvas tienen branquias externas, aunque más adelante serán rodeadas por tejido, pasando a ser internas, debiendo entrar agua a través del aspiráculo, y debiendo salir también a través de él.

- Vejiga natatoria
  - Esta estructura carece de valor filogenético, ya que podemos encontrar grupos que la posean, y grupos que no, aunque los elasmobranquios la poseen en su mayoría.
  - Es una estructura que contiene gases, similares a los que encontramos en la atmósfera, pero variando la proporción de estos en función de la profundidad a la que viva el individuo.
  - Podemos encontrar 2 modelos diferentes:
    - Encontramos un modelo que conecta directamente con el esófago, mediante el canal neumático, llamándose los que tienen este modelo fisostomos, siendo la manera de llenar y vaciar esta cámara muy sencilla, ya que los gases entrarán a través del esófago.
    - Si no poseen un conducto que comunique con el esófago reciben el nombre de fisoclistos, y la manera que tienen de llenar y vaciar la vejiga es más compleja, ya que se ha de usar la corriente sanguínea, de manera que los gases entran a través de una zona de la vejiga, llamada glándula roja, donde podemos encontrar una serie de vasos que al llegar a la zona se capilarizan, y al salir de ella se descapilarizan en el denominado rete miravile.
  - La vejiga puede tener diversas funciones:
    - Es un órgano hidrostático, de manera que permite al organismo mantenerse a una profundidad estable con escaso coste energético.
    - Puede tener además una posible función en la transmisión del sonido, ya que en la parte anterior de la vejiga encontramos una serie de huesos, conocidos como la cadena de Weber, que puede ser que detecten los cambios de presión y transmitan de esa manera el sonido.
  - En los dipnoos la vejiga ha derivado hasta convertirse en los pulmones que permite a estos individuos sobrevivir fuera del agua.
  - La artería que llega a la vejiga natatoria es la misma que en organismos más avanzados llega hasta el pulmón.
  - Cabe la posibilidad de que apareciese en primer lugar y después este evolucionase hasta convertirse en la vejiga natatoria.

- En organismos terrestres o pulmonados, encontramos un mayor grado de complejidad, que viene dado por un aumento de la superficie de intercambio.
- En anfibios encontramos una estructura muy sencilla, ya que podemos encontrar una tráquea corta, que se divide más adelante en 2 bronquios que desembocan en 2 bolsas situadas a ambos lados del organismo.
- El esquema básico es, como ya hemos dicho, idéntico en todos los vertebrados terrestres, pero en las aves varía debido a la aparición de los sacos aéreos, que vienen dados por 2 características de las aves, que son que vuelan en zonas donde la concentración de oxigeno es muy baja, y que el vuelo requiere un alto gaste energético.
- Este sistema está favorecido por la presencia de huesos huecos en las aves.
- El pulmón está relacionado con los sacos aéreos, de manera que mediante este sistema se consigue una circulación relativamente continua por el pulmón ya que no se produce un momento en que el aire sin oxigeno esté en él, no como en los mamíferos, que siguen un proceso de inspiración y expiración. El pulmón de las aves tiene como particularidad el que no es contraible y extensible como el de los mamíferos, ya que este pulmón no es en realidad el encargado de absorber el aire del exterior, sino que realiza únicamente el intercambio gaseoso.

- El proceso funciona de la siguiente manera:

    - Inspiración:
        - El aire absorbido por el ave llega a unos sacos aéreos posteriores situados más allá del pulmón, aunque en esta zona no se realiza el intercambio, sino que está irrigada por sangre muy oxigenada.
    - Expiración:
        - El aire pasa a los pulmones donde se realiza el intercambio de gases, de manera que el oxigeno abandona el aire y pasa a la sangre que libera CO_2.
    - Inspiración:
        - El aire pasa del pulmón a los sacos anteriores, situados de manera anterior en el organismo.
    - Expiración:
        - Finalmente el aire, una vez se ha usado el oxigeno sale del organismo, por el mismo conducto que ha entrado.
-
- Este mecanismo permite a las aves tener una mayor eficiencia en el intercambio de gases que otros organismos, pero ello es debido también a un hecho característico de los pájaros, y es la dirección que sigue el aire en los pulmones con respecto a la sangre, ya que en vertebrados tanto la sangre como el aire llevan la misma dirección provocando así un menor aprovechamiento del oxigeno, ya que al contactar la sangre reducida con el aire que presenta una elevada concentración de oxigeno, este pasa de manera muy sencilla a la sangre, debido tanto a la gran afinidad que presenta esta por él, como por las diferencias de concentración. Pero según vamos avanzando la sangre pasa a estar menos reducida, presentando menor afinidad por el oxigeno, y habiendo en el aire menor cantidad de este, según vamos avanzando, cada vez le cuesta más al oxigeno cruzar a la sangre, de manera que en vertebrados terrestres se aprovecha alrededor del 27 – 28% del oxigeno que entra en con el aire inspirado. Al contrario en las aves se alcanzan muy elevados índices de aprovechamiento, de cerca del 95%, debido a que la sangre circula en dirección contraria al aire, permitiendo así que la sangre muy reducida se enfrente con la zona donde el aire presenta una menor concentración de oxigeno, y permitiendo que la zona con mayor concentración de oxigeno quede enfrentada a la zona donde la concentración es mayor, permitiendo así que en ambas zonas el oxigeno pase a la sangre con mayor facilidad, logrando índices de eficiencia muy altos.

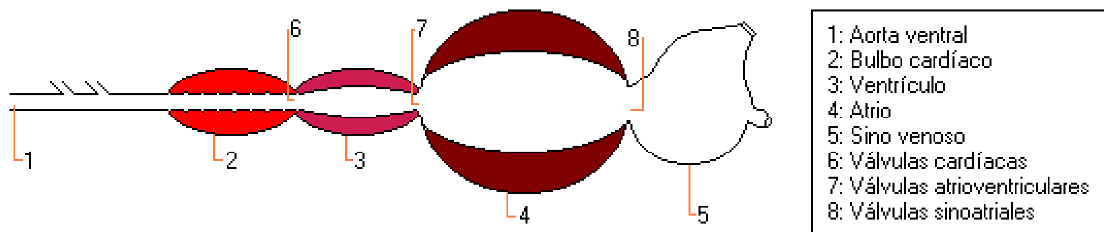


- Sistema circulatorio
  - En los vertebrados, al ser organismos de una mayor tamaño, se requiere que el oxigeno llegue con mayor precisión a todos los puntos del organismo, con lo que se emplean dos técnicas, que son:
    - Por un lado se confina a la hemoglobina al interior de células que van por el torrente sanguíneo, con el fin de regular la presión en estos.
    - Para mejorar la eficiencia del transporte de oxigeno se ha creado en lugar de un sistema circulatorio abierto, un sistema circulatorio cerrado.
  - En el torrente sanguíneo no encontramos tan sólo las células encargadas de llevar la hemoglobina, sino que también podemos encontrar proteínas como la albúmina; otras células encargadas de la protección, que son los glóbulos blancos; plaquetas; algunos productos metabólicos,...
  - En el sistema circulatorio encontramos dos tipo de vasos, que varían en nombre y estructura dependiendo de a donde conduzcan a la sangre que contienen:
    - Venas:
      - Son las encargadas de llevar la sangre de vuelta al corazón, ya sea esta sangre reducida, procedente del cuerpo, o bien oxigenada con origen en el pulmón.
    - Arterias:
      - Son la que realizan la función de sacar la sangre del corazón, ya sea esta sangre reducida con destino los pulmones, o bien sangre oxigenada, cuyo destino será el cuerpo.
      - Son vasos con las paredes más gruesas para poder resistir la presión.
  - El sistema que forman estos dos tipos de vasos es, como ya hemos dicho, totalmente cerrado, ya que el capilar donde finaliza una arteria procedente del corazón es el punto donde se inicia la vena que llevará la sangre de vuelta al corazón.
  - En algunos puntos del sistema venoso podemos encontrar los llamados sistemas porta, de los cuales el más común y más generalizado es el sistema porta hepático.
    - La sangre después de pasar por el intestino pasa por el hígado, a donde se dirige mediante una vena, que se halla capilarizada en ambos extremos.
    - Es un sistema que poseen todos los vertebrados.

  - Encontramos un sistema que corre paralelo al sistema circulatorio, que es el llamado sistema linfático, que es también completamente cerrado, por el cual circula un líquido similar a la sangre, pero con diferencias sustanciales, como por ejemplo una menor concentración de proteínas y una mayor presencia de grasas. Además en la linfa no podemos encontrar eritrocitos, pero sí leucocitos. La función de este circuito es la defensa del organismo.
  - Dentro del sistema circulatorio encontramos el sistema arterial, que consta de un corazón situado en posición ventral, del cual sale una aorta ventral, que se ramifica en una serie de vasos que salen de ella en dirección a las branquias, que son los llamado arcos aórticos, pasando de ese punto a dos vasos que actúan como recolectores, y que se fusionan de nuevo en una aorta dorsal que guía la sangre de nuevo al corazón. En los vertebrados acuáticos, los arcos aórticos están capilarizados. En los vertebrados superiores, es decir, partir de las aves y los mamíferos, encontramos un sistema que presenta una doble circulación, ya que por un lado encontramos la sangre que se dirige al cuerpo, y por el otro la sangre que se dirige a los pulmones para oxigenarse allí.

- En agnatos podemos encontrar tanto arcos aórticos como branquias tenga el animal, de manera que el cambio básico que se produce al pasar de agnatos a gnatóstomos es la reducción del número de arcos, que pasarán a ser únicamente 6, que también irán evolucionando.
- El primer arco recibe el nombre de arco mandibular y el segundo el de arco hiomandibular, debido a los arcos viscerales, que también evolucionaron en mandibular e hiomandibular.
- La sangre reducida impulsada por el corazón pasa por la aorta ventral y se dirige a través de los capilares aferentes a las branquias donde se produce el intercambio de gases. Después de realizar ese proceso, saldrá de las branquias mediante los capilares eferentes, que desembocan en los dos vasos deferentes que se reunirán para formar la aorta dorsal.
- En los osteictios encontramos que sólo son funcionales los arcos que van del III al VI, pero estos realizan su función como lo descrito con anterioridad.
- Al llegar la evolución a los dipnoos encontramos un cambio sustancial, y es debido a la aparición de un pulmón primitivo. En estos organismos los arcos III y IV han dejado de capilarizarse para pasar a ser continuos, mientras que por los V y VI la sangre pasa por las branquias. Esto constituye el inicio de la doble circulación.
- Al llegar a los anfibios, si observamos las larvas encontraremos un sistema similar al anterior, de manera que en algunos arcos existe una capilarización que desaparece al crecer el individuo.
- En los anuros hay una mayor reducción de los arcos, ya que sólo quedan 3 funcionales:
  - III → Carotideo
  - IV → Sistémico
  - VI → Pulmonar
- Además la aorta ventral sufre modificaciones que la llevan a bifurcarse, de manera que por un lado salen los arcos III y IV, mientras que por el otro conduce mediante VI a la sangre reducida a los pulmones para realizar allí el intercambio de gases.
- Debido a que ya no existen branquias los 3 arcos que restan son continuos y no se capilarizan.
- La sangre reducida pasa por el pulmón y de allí es devuelta al corazón para que este la distribuya por todo el cuerpo mediante los arcos III y IV.
- En anfibios existe, tal y como comentamos con anterioridad, respiración cutánea, que permite que la sangre se oxigene según va camino del corazón.
- Según va evolucionando hacia los mamíferos, lo único que encontramos son modificaciones del esquema básico de circulación, siempre excluyendo tanto branquias como respiración cutánea, que ya no se darán. Las modificaciones se dan básicamente a nivel del corazón, afectando sobre todo a las salidas de este.
- Al llegar a los reptiles encontramos que las carótidas se agrupan en la parte derecha del corazón, de manera que por ellas pasará el torrente de sangre más oxigenado.
- Los mamíferos y aves tienen como principal modificación la desaparición total de uno de los arcos laterales, de manera que en aves desaparecerá el izquierdo, y en mamíferos es el derecho el que está ausente.
- Los restos de ese arco lateral darán lugar a la subclavia, que es un vaso que se dirige a los apéndices anteriores de estos grupos.

- Tal y como ya hemos comentado, el corazón es el punto donde ocurren la mayoría de las modificaciones en la evolución de agnatos a mamíferos.
- El corazón es básicamente un vaso como los demás que se ha dividido para dar lugar a 4 cavidades situadas en línea, por las que pasa la sangre.



- La sangre llega a través del sino venoso, de donde pasa al atrio, atravesando unas válvulas, y tras pasar el atrio, a través de otras válvulas, llega al ventrículo, que es donde la sangre recibirá el impulso definitivo. La sangre pasará de allí al bulbo cardíaco, pasando con ese fin las válvulas cardíacas, que impiden el retroceso de la sangre. Por último, la sangre llegará a la aorta ventral que la distribuirá por todo el cuerpo.
- El sino venoso es una estructura membranosa no musculada que recoge la sangre para dirigirla al atrio.
- El ventrículo está más musculado, debido a que es el encargado de impulsar la sangre, y tiene válvulas para impedir el reflujo.
- Las principales modificaciones se realizarán tanto en atrio como en ventrículo, mientras que tanto el sino como el bulbo tienden a desaparecer.
- En el corazón de los housciformes no ha habido excesivas modificaciones, aunque el primer cambio sustancial se produce al pasar de elasmobranquiomorfos a teleostios, consistiendo este cambio en la reducción del bulbo cardíaco, que se transforma en un anillo muscular que hace que la parte final de la aorta se modifique en el bulbo arterial. Este cambio puede ser comprobado de manera histológica, ya que la musculatura presente en el bulbo arterial no es musculatura estriada, que es la que debería haber en caso de formar parte del corazón, sino musculatura lisa, típica de las arterias.
- En el protóptero, que es un dipnoo, encontramos otro cambio, que consiste que en el bulbo arterial se crea una capa membranosa, que gira sobre sí misma, conduciendo de diferente manera a la sangre, generando así el inicio de la doble circulación.
- Este es un paso básico en los organismos de vida terrestre.
- El sino venoso en los anfibios es totalmente funcional, mientras que en reptiles ha perdido tanto importancia como tamaño y en mamíferos y en aves ha desaparecido por completo.
- En los anfibios podemos encontrar ya un tabique de separación en el atrio, que forma las dos aurículas, que conducirán a la sangre en una u otra dirección, dependiendo de:
  - La sangre reducida en dirección a los pulmones es conducida por la aurícula derecha.
  - La sangre oxigenada que ha de ser enviada en dirección a las arterias está en la aurícula derecha.
- Los ventrículos de los anfibios presentan una superficie rugosa.
- En el bulbo cardíaco de los anfibios encontramos una membrana que separa la sangre oxigenada de la reducida.

- Los reptiles son los primeros en comenzar a tener dividido el ventrículo en dos, ya que comienza a formarse un tabique membranoso de separación, pero este tabique no acaba de cerrarse, de manera que todavía existe mezcla de sangre, con excepción de en los cocodrilos, que tienen ya un corazón tetracameral.
- El bulbo cardíaco actúa en cocodrilos y quelonios como una válvula en la salida del corazón, mientras que en los escamosos desaparece.
- En los corazones de los reptiles encontramos 3 conductos que salen de ellos.
- Tanto en aves como en mamíferos encontramos ya un corazón tetracameral completamente formado, con 4 cámaras perfectamente delimitadas.
- En mamíferos y aves no existe ya el bulbo cardíaco.
- En mamíferos y aves del corazón sólo salen 2 conductos.
- La circulación depende obviamente de la estructura interna del corazón, por lo tanto podemos diferenciar la circulación de distintos grupos.
- En anfibios, la sangre reducida llega a la aurícula derecha, de donde sale después a través del ventrículo pasando por el bulbo cardíaco.
- La sangre oxigenada que viene del pulmón llega a la aurícula izquierda, de donde pasa al ventrículo, donde se mantendrá en la zona más próxima la pared del corazón debido tanto a la presión como al hecho que el corazón de los anfibios presenta en esa zona estructuras que permite hacer que la sangre quede frenada. Por lo tanto la sangre oxigenada se mantiene alejada del punto donde la sangre reducida entra en el ventrículo, con el fin de tratar de evita posibles mezclas de sangre, que de todas maneras sería extraño que consiguiesen mezclarse, ya que tienen densidades diferentes, y aún en el caso de que se mezclasen no habría mucho problema ya que existe respiración cutánea que hace que la sangre reducida no esté tan reducida como debiera.
- En reptiles encontramos que dos estructuras presentes en anteriores casos se han alterado, ya que el bulbo cardíaco ha desaparecido, mientras que el sino venoso ha quedado reducido. La sangre llega igualmente a los ventrículos, quedando distribuida de manera que la sangre reducida queda en el ventrículo derecho, y la oxigenada en el izquierdo. En el movimiento de sístoles el tronco que separa ambas cámaras a mueve hacia la derecha, impidiendo así un posible paso de sangre reducida por el tronco central. En cocodrilos existe, como hemos dicho, una separación completa de cámaras, de manera que la membrana que sale de los troncos se une con el tabique de separación de manera que el tronco central queda encarado con la sangre reducida. Pero para permitir que por él pueda circular ya sangre oxigenada encontramos en el tronco central un pequeño orificio que permite el paso de sangre oxigenada del tronco oxigenado al central. Este orificio recibe el nombre de Foramen de Panizza.
- En mamíferos y en aves encontramos que la sangre circula de manera típica, en doble circulación, siendo la única diferencia entre ambos grupos la orientación del arco IV.